

Veli-Pekka Kallberg, Tapani Mäkinen, Kirsi Pajunen

# MASTER – Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti

Tiehallinnon selvityksiä 15/2001



Jakelun mukaan

10.10.2001

**MASTER - Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti**

Tiehallinnon tiestötiedot lähettää oheisena tiedoksenne julkaisun *MASTER - Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti*. Julkaisu koostuu projektin loppuraportista suomennettuna ja osin tiivistettynä. Laajan EU -rahoituksella toteutetun projektin tavoitteena oli tuottaa tietoa nopeuksien hallinnan strategioita ja välineitä koskevan päätöksenteon pohjaksi.

Projektissa on ilmestynyt loppuraportin lisäksi 26 englanninkielistä raporttia, joista on lyhyet kuvaukset tämän julkaisun liitteenä. Raportit kokonaisuudessaan ovat nähtävissä VTT:n internetsivuilla osoitteessa <http://www.vtt.fi/rte/projects/yki6/master/master.htm>.

Apulaisjohtaja  
Tiestötiedot



Kari Hiltunen

**LIITTEET**

MASTER - Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti,  
Tiehallinnon selvityksiä 15/2001

**JAKELU**

Tiepiirit, 3 kpl

Tiehallinnon johtajat

Hos, Hlp, Htl, Hti, Hkt; Hha (kirjasto), Hek, Hte, Hvi

Liikenne- ja viestintäministeriö / liikenneturvallisuus- ja ympäristöyksikkö sekä kirjasto

Sisäasiainministeriö / poliisiosasto

Ympäristöministeriö

Eduskunta / liikennevaliokunta ja kirjasto

Liikenneturva ja Liikenneturvan kirjasto

Liikennevakuutuskeskus



Liikkuva poliisi  
Poliisiopisto (Espoo)  
Poliisikoulu (Tampere)  
TKK / liikennelaboratorio ja kirjasto  
TTKK / liikenne- ja kuljetustekniikka ja kirjasto  
Helsingin yliopisto / psykologian laitos  
VTT / rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Teknologian kehittämiskeskus (TEKES)  
Suomen Kuntaliitto  
Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV)  
Autoliitto ry.  
Linja-autoliitto  
Suomen Kuorma-autoliitto  
Suomen Autokoululiitto ry  
Suomen Taksiliitto ry  
Suomen Tieyhdistys ry  
Suomen Kuljetustaloudellinen Yhdistys ry  
Moottoriliikenteen keskusjärjestö

TIEDOKSI

Hti  
Mänttari

**Veli-Pekka Kallberg, Tapani Mäkinen, Kirsi Pajunen**

# **MASTER - Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti**

**Tiehallinnon selvityksiä 15/2001**

ISSN 1457-9871  
ISBN 951-726-737-1  
TIEH 3200662

Edita Oy  
Helsinki 2001

Julkaisua myy:  
Tiehallinto, julkaisumyynti  
telefaksi 0204 22 2652  
e-mail [julkaisumyynti@tiehallinto.fi](mailto:julkaisumyynti@tiehallinto.fi)  
[www.tiehallinto.fi/julk2.htm](http://www.tiehallinto.fi/julk2.htm)



TIEHALLINTO  
Tiestötiedot  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 22 150

**Veli-Pekka Kallberg, Tapani Mäkinen & Kirsi Pajunen: MASTER – Ajonopeuksien hallinnan eurooppalainen tutkimusprojekti.** Helsinki 2001. Tiehallinto, Tiestötiedot. Tiehallinnon selvityksiä 15/2001 . 89 s. + liitt. 6 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-737-1, TIEH 3200662

**Asiasanat:** Ajonopeus, nopeusrajoitus  
**Aiheluokka:** 22 Liikenteen ohjaus

## TIIVISTELMÄ

Tässä MASTER-projektin (Managing Speeds of Traffic on European Roads) loppuraportin suomennoksessa esitetään projektin yhteenveto. Projektin tavoitteena oli tuottaa tietoa nopeuksien hallinnan strategioita ja välineitä koskevan päätöksenteon pohjaksi. Aluksi kuvataan Euroopassa vallitsevat nopeusrajoitukset, todelliset nopeudet erilaisilla teillä sekä käytössä olevat nopeuksien hallinnan menetelmät. Seuraavaksi selvitetään ajonopeuksien erilaisia vaikutuksia sekä esitellään arviointikehikko ajonopeuksien ja niiden muutosten kokonaisvaikutusten järjestelmälliseksi arvioimiseksi. Sen jälkeen selvitetään kuljettajien ajonopeuden valintaan vaikuttavia tekijöitä. Erilaisia nopeuksien hallinnan menetelmiä ja välineitä arvioidaan kirjallisuus- ja simulaattoritutkimusten sekä nopeudenrajoittimilla tehtyjen kenttäkokeiden perusteella. Lopuksi esitetään tieluokkakohtaisia ja yleisiä nopeudenhallinnan kehittämistä koskevia suosituksia, jotka koskevat mm. nopeusrajoitusten yhtenäistämistä, ohjeiden laatimista Euroopassa erilaisilla teillä sovellettavista nopeudenhallinnan menetelmistä, tieluokituksen yhtenäistämistä, nopeuksien automaattivalvonnan kehittämistä ja laajempaa käyttöönottoa sekä valmistautumista ajoneuvokohtaisten automaattisten nopeudenrajoittimien käyttöönottoon.



**Keywords:** Speed management, speed, speed limit

## **SUMMARY**

This Final Report of the project MASTER (MANaging Speeds of Traffic on European Roads) summarises the results of the two-year research project. The main objective was to develop recommendations for speed management strategies and policies. Present speeds and speed management methods in Europe are described. The various impacts of speed are examined. A procedure for assisting decision-makers to determine appropriate levels of speed on different kinds of roads is outlined. Factors affecting drivers' choice of speed are studied. Different speed management measures and tools are assessed on the basis of literature studies, simulator experiments and field studies. Recommendations for speed management measures and tools are presented separately for four different road categories: urban residential streets, urban main roads, rural mixed traffic roads and motorways. It is concluded that further development of speed management could include, for example, harmonisation of speeds and speed limits in different countries, development of European guidelines for speed management on different kinds of roads, improvement of road design, further development and wider use of automated speed enforcement, and introduction of adaptive in-vehicle speed limiters.

## ESIPUHE

EU:n 4. puiteohjelman projekti MASTER (Managing Speeds of Traffic on European Roads) käsitteli tieliikenteen nopeuksien hallinnan kehittämistä. Projekti alkoi syksyllä 1996 ja sen englanninkielinen loppuraportti valmistui vuoden 1999 tammikuussa. VTT Yhdyskuntatekniikka toimi projektin koordinaattorina ja lisäksi projektiin osallistui 11 tutkimuslaitosta ja yliopistoa seitsemästä maasta:

- FACTUM Chaloupka, Praschl & Risser OHG (Itävalta)
- University of Leeds - Institute for Transport Studies (Iso-Britannia)
- KTI Institute for Transport Sciences Ltd (Unkari)
- Lund University - Department of Traffic Planning and Engineering (Ruotsi)
- TNO Human Factors Research Institute (Alankomaat)
- Transport Research Laboratory (Iso-Britannia.)
- University College London - Centre for Transport Studies (Iso-Britannia)
- INTRA S.L. (Espanja)
- TRANS-POR ja myöhemmin sen tilalla IST/CESUR (Portugali)
- SWOV Institute for Road Safety Research (Alankomaat)
- Swedish Road and Transport Research Institute VTI (Ruotsi)

VTT Yhdyskuntatekniikan alikonsulttina projektissa oli LT-konsultit, jossa Sami Toivanen (nykyisin Sami Yli-Karjanmaa) vastasi pääosin luvussa 4 kuvattun arviointikehikon laatimisesta.

VTT Yhdyskuntatekniikan osuutta rahoittivat EU:n lisäksi Tielaitos (1.1.2001 alkaen Tiehallinto) ja liikenneministeriö (1.1.2001 alkaen liikenne- ja viestintäministeriö). Tämä projektin loppuraportin suomennos on laadittu Tielaitoksen toimeksiannosta VTT Yhdyskuntatekniikassa, missä käännöksen ovat tehneet myös projektin Suomen osuudesta pääosin vastanneet Veli-Pekka Kallberg (luvut 1, 3, 4, 8 ja 9), Tapani Mäkinen (luvut 6 ja 7) ja Kirsi Pajunen (luvut 2 ja 5).

MASTER-projektin yhdyshenkilöinä Tielaitoksessa toimi dipl.ins. Saara Toivanen ja liikenneministeriössä yli-insinööri Olli Hintikka. Tämän suomennoksen yhdyshenkilönä Tielaitoksessa toimi dipl.ins. Juhani Mänttari.

Helsinki, toukokuu 2001

Tiehallinto  
Tiestötiedot

**Sisältö**

TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
ESIPUHE	7
1 JOHDANTO	11
1.1 Tausta	11
1.2 Projektin tavoitteet	11
1.3 Projektin rakenne	11
1.4 Raportin rakenne ja tarkoitus	12
2 EUROOPPALAISET AJONOPEUDET JA NOPEUKSIEN HALLINNAN MENETELMÄT	14
2.1 Nopeusrajoitukset	14
2.2 Todelliset ajonopeudet	15
2.3 Nopeuksien hallinnan menetelmät	16
3 AJONOPEUKSIEN VAIKUTUKSET	18
3.1 Onnettomuudet	18
3.2 Pakokaasupäästöt	20
3.3 Melu ja värinä	22
3.4 Ajoneuvokustannukset	23
3.5 Aikakustannukset	24
3.6 Vaikutukset yksittäisiin matkoihin	25
3.7 Jakaumavaikutukset	25
3.8 Verkkotason vaikutukset	25
3.9 Yksityiset ja yhteiskunnan kustannukset	26
4 NOPEUKSIEN MUUTOSTEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTIKEHIKKO	27
4.1 Arviointikehikon tarve ja tavoitteet	27
4.2 Linkki- ja verkkotason vaikutukset	27
4.3 Arviointikehikon rakenne	28
4.4 Toimenpiteen hyväksyttävyyys	29
4.5 Käytännön sovellukset	30
5 KULJETTAJIEN NOPEUDENVALINTA	31
5.1 Katsaus nopeudenvallintaan vaikuttavista tekijöistä	31
5.2 Nopeus ja motivaatio	31
5.3 Nykyisten nopeuksien hyväksyttävyyys	34
5.4 Nopeusvalvonta	36
5.5 Tiensuunnittelu	38

6	UUDET NOPEUKSIEN HALLINNAN VÄLINEET	43
6.1	Taustaa	43
6.2	Perinteiset ja uudet nopeudenhallintamenetelmät	44
6.3	Nopeudenrajoitin	49
7	NOPEUDENHALLINNAN MENETELMIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	52
7.1	Arviointikriteerit	52
7.2	Informaatio ja lainsäädäntö	52
7.3	Tietekniset toimenpiteet	58
7.4	Menetelmät, joilla puututaan kuljettajan ajonopeuteen	64
7.5	Yhdysvaikutukset	66
8	NOPEUKSIEN HALLINNAN KEHITTÄMISTÄ KOSKEVAT SUOSITUKSET	68
8.1	Tausta	68
8.2	Nopeuksienhallinnan peruseriaatteen	69
8.3	Tavoitenopeudet	70
8.4	Tieluokkakohdaiset suositukset	71
9	PÄÄTELMÄT	78
9.1	Nopeuksien hallinnan kehittämistä koskevat suositukset	78
9.2	Tutkimusta koskevat suositukset	79
10	LÄHDELUETTELO	80
11	LIITTEET	91

Lyhyt kuvaus MASTER-projektissa tuotetuista englanninkielisistä raporteista



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

MASTER oli EU:n 4. puiteohjelman projekti, joka käsitteli ajonopeuksien hallintaa Euroopan teillä (*MANaging Speeds of Traffic on European Roads*). Projekti alkoi syksyllä 1996 ja sen loppuraportti valmistui vuoden 1999 tammiukuussa (*European Commission 1999*).

MASTER-projektin syntyyn vaikutti etenkin huoli ajonopeuksien suuresta vaikutuksesta onnettomuuksien lukumäärään ja seurauksiin (*Andersson & Nilsson 1997, Elvik et al.ym. 1989, 1997, Finch et al. 1994, Ranta & Kallberg 1996*). Projektin keskeisenä lähtökohtana kuitenkin oli, ettei liikenneturvallisuus voi olla nopeuksien hallinnan ainoa kriteeri, vaan nopeuksien säätelyn on perustuttava kokonaisvaltaisiin vaikutustarkasteluihin. Niissä on otettava huomioon mm. vaikutukset matka-aikoihin, ajoneuvokustannuksiin, pako-kaasupäästöihin ja meluun. Lisäksi tarkasteluissa on otettava huomioon valitsevan tai tavoitteena olevan nopeustason hyväksyttävyyys eri tienkäyttäjärhyille ja muille, joita nopeustason säätelyn vaikutukset koskevat.

## 1.2 Projektin tavoitteet

Tavoitteena oli tuottaa tietoa nopeuksien hallinnan strategioita ja välineitä koskevan EU:n ja kansallisen päätöksenteon pohjaksi. Tätä silmällä pitäen projektissa haettiin vastausta kolmeen keskeiseen kysymykseen:

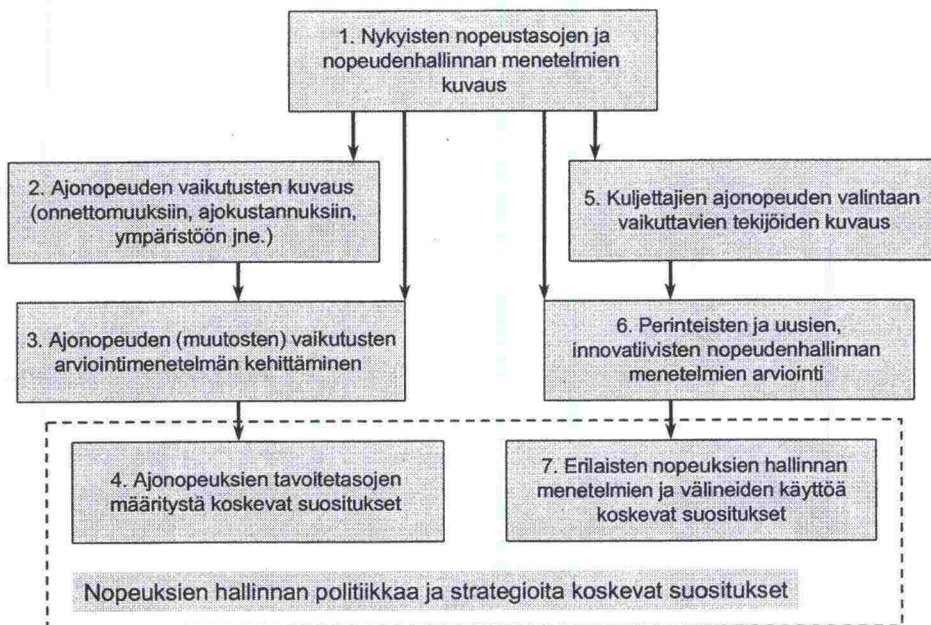
- Millainen on sopiva nopeustaso?
- Mitkä ovat tärkeimmät kuljettajien nopeudenvallintaan vaikuttavat tekijät?
- Millaisia ovat parhaat nopeuksien hallinnan strategiat ja välineet?

Ensimmäisen kysymyksen vastaus määrittelee tavoitteelliset nopeustasot erilaisilla teillä ja eri olosuhteissa. Toinen kysymys auttaa kehittämään ja arvioimaan erilaisia nopeuksien hallinnan välineitä, joilla edistetään tavoitteena olevien nopeustasojen saavuttamista. Vastaus kolmanteen kysymykseen johdetaan kahden edellisen kysymyksen perusteella ja se tuottaa käytännön nopeuksien hallintaa koskevia suosituksia.

## 1.3 Projektin rakenne

Projektin yleinen rakenne on esitetty kuvassa 1. Lähtökohtana olivat vallitsevat nopeustasot eri maiden erilaisilla teillä sekä käytössä olevat nopeuksien hallinnan menetelmät. Siitä eteenpäin projektissa oli kaksi pääsuuntaa. Toisessa pääsuunnassa selvitettiin nopeuksien erilaisia vaikutuksia ja tavoitteellisten nopeustasojen määrittämisen periaatteita sekä päädyttiin tavoite-nopeuksien määrittästä koskeviin käytännön suosituksiin. Toisessa pääsuunnassa selvitettiin kuljettajien nopeuksienvallintaan vaikuttavia tekijöitä sekä

kartoitettiin nykyisiä ja uusia, innovatiivisia nopeuksien hallinnan menetelmiä sekä päädyttiin erilaisten menetelmien ja välineiden käyttöä koskeviin suosituksiin.



Kuva 1. MASTER-projektin rakenne.

Valitun tarkastelutavan lähtökohtana oli, että vallitsevien ajonopeuksien tulisi heijastaa yhteiskunnan kannalta toivottavaa tai hyväksyttävää ajonopeuksien erilaisten vaikutusten tasapainoa. Lisäksi tavoitteellisten nopeustasojen määrittämisprosessin pitää olla läpinäkyvä sekä perustua ajonopeuksien vaikutusten kattavaan ja järjestelmälliseen arviointiin.

Nopeuksien hallinnan menetelmät ja välineet tulee valita niin, että ne tehokkaasti edistävät tavoitteeksi asetetun nopeustason saavuttamista erilaisilla teillä ja erilaisissa olosuhteissa ottaen huomioon myös kustannukset sekä kansalaisten mielipiteet.

#### 1.4 Raportin rakenne ja tarkoitus

Tämä raportti on lyhennelmä EU:n julkaisemasta projektin englanninkielisestä loppuraportista (*European Communities 1999*). Tarkoituksena on kuvata projektin sisältö ja keskeiset tulokset pääpiirteittäin. Otsikointi noudattaa varsin tarkasti loppuraportin otsikointia. Esitystä on kuitenkin tiivistetty. Perusteellisemmasta esityksestä kiinnostunutta lukijaa kehoitetaan tutustumaan englanninkieliseen loppuraporttiin, jota on rajoitetusti saatavissa Tiehallinnosta ja VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta. Kyseinen loppuraportti, muut MASTER-projektin raportit sekä joukko projektia käsitteleviä englanninkielisiä esitelmiä ovat saatavilla myös projektin verkkosivuilta

<http://www.vtt.fi/rte/projects/yki6/master/master.htm>. Tämän raportin liitteenä on lisäksi luettelo ja lyhyt kuvaus kaikista MASTER-projektissa valmistuneista raporteista (Deliverables ja Working Papers). Kirjallisuusluetteloon on otettu kaikki alkuperäisen englanninkielisen loppuraportin luettelossa olevat lähteet, vaikka niihin kaikkiin ei tässä lyhennetyssä suomennoksessa viitatakaan. Kirjallisuusluetteloon on myös lisätty pari viitettä, joita ei englanninkielisessä versiossa ollut.



## 2 EUROOPPALAISET AJONOPEUDET JA NOPEUKSIEN HALLINNAN MENETELMÄT

### 2.1 Nopeusrajoitukset

Tietoa nopeusrajoituksista eri tyyppisillä teillä Euroopassa kerättiin kyselyn avulla. Kyselyyn vastasivat EU-maista Alankomaat, Espanja, Iso-Britannia, Itävalta, Kreikka, Portugali, Ruotsi, Saksa, Suomi ja Tanska. EU:n ulkopuolisista maista kyselyyn vastasivat Islanti, Israel Latvia, Liettua, Norja, Romania, Slovenia, Slovakia, Sveitsi ja Unkari. (*Draskóczy & Mocsári 1997*)

*Taulukosta 1* näkyvät henkilöautojen ja perävaunullisten kuorma-autojen yleiset nopeusrajoitukset (km/h) taajamissa, taajamien ulkopuolella sekaliikenneteillä (*Seka*), moottoriliikenneteillä (*Mol*) ja moottoriteillä. Useissa Euroopan maissa perävaunullisten kuorma-autojen nopeusrajoitukset koskevat myös linja-autoja ja perävaunuttomia kuorma-autoja. Taajamien nopeusrajoitukset ovat Euroopassa yleensä 50 km/h. Vain Tsekinmaalla, Puolassa, Romaniassa, Slovakiassa ja Sloveniassa on yleisrajoitus taajamissa 60 km/h. Useissa maissa on alle 50 km/h nopeusrajoituksia esim. asuinalueilla ja koulujen läheisyydessä.

Taajamien ulkopuolisilla sekaliikenneteillä nopeusrajoitukset vaihtelevat selvästi enemmän (70–113 km/h henkilöautoille). Yleisin nopeusrajoitus sekä henkilöautoille että perävaunullisille kuorma-autoille taajamien ulkopuolisilla sekaliikenneteillä on 80 km/h. Joissakin maissa on erilaisia nopeusrajoituksia talvi- ja kesäajalle tai ABS-jarruilla varustetuille ajoneuvoille. Moottoriliikennetie ei ole kovin yleinen tietyyppi Euroopassa. Yleinen nopeusrajoitus näillä teillä on 100 km/h. Moottoritiet ovat tasoltaan suunnilleen samanlaisia ympäri Eurooppaa. Nopeusrajoitukset vaihtelevat kuitenkin selvästi. Yleisin nopeusrajoitus henkilöautoille on 100–120 km/h, joskin Saksassa on moottoriteitä, joilla ei ole lainkaan nopeusrajoitusta. Joissakin maissa nopeusrajoitus on 90 tai 80 km/h.



*Taulukko 1. Henkilöautojen ja perävaunullisten kuorma-autojen yleiset nopeusrajoitukset (km/h) taajamissa, maaseudun sekaliikenneteillä (Seka), moottoriliikenneteillä (Mol) ja moottoriteillä Euroopassa. (Draskóczy & Mocsári 1997)*

Maa	Henkilöautot				Perävaunulliset kuorma-autot			
	Taajama	Seka	Mol	Moottoritie	Taajama	Seka	Mol	Moottoritie
Itävalta	50	100	-	130	50	70	70	80
Belgia	50	90	90/120	120	50	60	90	90
Tanska	50	80	80	110	50	70	80	70
Suomi	50	100/80	100	80/100/120	50	80	80	80
Ranska	50	50/80/90	50/100/110	50/110/130	50	50/80/80	50/80/80	50/90/90
Saksa	50	100	100	ei raj.	50	80	80	80
Kreikka	50	90	110	120	50	80	80	80
Irlanti	48	96	-	113	48	80	-	96
Italia	50	90	90	130	50	70	70	80
Luxemburg	50	90	90	120	50	75	75	90
Alankomaat	50	80	100	120	50	80	80	80
Portugali	50	90/80	90/100	110/120	50	70	80	90
Espanja	50	90/100	100	120	50	70/80	80	90
Ruotsi	50	70/90	90/110	90/110	50	70	90	90
Iso-Britannia	48	96/113	-	113	48	64/80	-	96
Tsekinmaa	60	90	90	130	50	80	80	80
Unkari	50	80	100	120	50	70	70	80
Islanti	50	90	90	-	50	80	80	-
Israel	50	80	90	100	50	80	90	100
Latvia	50	90	-	-	50	80	-	-
Liettua	50	90	90	110	50	70	70	100
Norja	50	80	80/90	90	50	80	80	80
Puola	60	90	90	110	50	70	70	70
Romania	60	80	80	80	40	50	50	50
Slovakia	60	90	90	130	60	90	90	80
Slovenia	60	80	100	120	60	70	70	70
Sveitsi	50	80	100	120	50	60	80	100

## 2.2 Todelliset ajonopeudet

Monissa Euroopan maissa todellisia ajonopeuksia mitataan systemaattisesti, mutta mittausten tulokset eivät yleensä kuitenkaan ole julkisia. Tarkempaa tietoa ei myöskään ole nopeuksista eri tyyppisissä sääoloissa, näkyvyysolosuhteissa tai liikennetiheyden mukaan. Myös käytettävät tunnusluvut vaihtelevat: keskinopeus, nopeuden keskihajonta tai nopeusjakauma. Vaikka todellisten ajonopeuksien vertailu eri Euroopan maiden kesken on vaikeaa, voidaan sanoa, että ylinopeudella ajaminen on yleistä (nopeusrajoituksen

ylittäneiden osuus on suurimmillaan arvioitu 80 %:ksi kuljettajista). Nopeusrajoitukset yksinään eivät siis ole riittävän tehokas keino ajonopeuksien pitämiseksi sopivalla tasolla vaikka nopeuksia valvottaisiin kohtalaisesti. Nopeusrajoitusta ylitetään erityisesti taajamien alhaisten nopeusrajoitusten alueilla sekä moottoriteillä. Systemaattisten nopeuden mittausten tulokset eri puolella Eurooppaa osoittavat, että yhä suuremmalla osalla kuljettajista todelliset ajonopeudet ylittävät nopeusrajoituksen ja nopeustaso on pysyvästi noussut viime vuosikymmenten aikana. Ylinopeudella ajaminen on siis yhä suurempi ongelma Euroopassa.

### 2.3 Nopeuksien hallinnan menetelmät

Nopeusrajoitukset ovat nopeuksien hallinnan selkäranka Euroopassa. Nopeusrajoituksia on kaikilla teillä lukuun ottamatta joitakin moottoriteitä Saksassa. Poliisi valvoo nopeusrajoitusten noudattamista, vaikka valvonnan määrässä, nopeusrajoitusten ylittämisen toleranssissa ja rangaistusten ankaruudessa on eroja. Yleensä poliisi pysäyttää ylinopeutta ajaneen valvontapaikalla, mutta myös automaattinen nopeusvalvonta kameroiden avulla on lisääntynyt. Joissakin maissa ajoneuvon haltija vastaa ylinopeudella ajamisesta ja automaattisessa nopeusvalvonnassa tunnistukseen riittää ajoneuvon rekisterinumero. Toisissa maissa taas kuljettaja pitää pystyä tunnistamaan valokuvasta. Ensinnä mainittu tapa vaatii vähemmän käsityötä ja on taloudellisesti kannattavampi kuin jälkimmäinen.

Kaikissa maissa kuorma-autoilla on ajoneuvotyyppikohtaisia nopeusrajoituksia, jotka vaihtelevat 70–100 km/h. Myös aloittelevilla kuljettajilla on useissa maissa erityinen nopeusrajoitus. Koulujen ja vaarallisten liittymien kohdalla on usein alempi nopeusrajoitus kuin muulla tieverkolla. Vaihtuvia nopeusrajoituksia käytetään jossakin määrin, yleensä moottoriteillä tai muilla vilkkaasti liikennöidyillä pääteillä.

Monissa maissa käytetään kiinteillä merkeillä osoitettuja enimmäisnopeussuosituksia, erityisesti tiukoissa kaarteissa. Nopeussuositus on alempi kuin paikallinen nopeusrajoitus.

Fyysisiä keinoja nopeuksien alentamiseksi käytetään taajama-alueilla yhä suuremmassa määrin. Asuinalueille rakennetaan erityisesti töyssyjä, ajolinjan muutoksia mutkitteleviksi ja ajoratojen kavennuksia. Myös kiertoliittymiä voidaan käyttää nopeuksien alentamiseksi. Niiden yleisyys vaihtelee suuresti Euroopan eri maissa. Nopeuksien alentaminen on yleensä yksi päätekijöistä pyrittäessä rauhoittamaan liikennettä. Tällöin kokonaisia tie- tai katuosuuksia rauhoitetaan edellä mainituin keinoin sekä esim. erilaisin pintamateriaalein, tiemerkinnoin, taajamien sisääntuloportein, korotetuin suojatein tai liittymien ohjaamalla liikenne toiselle reitille sekä tiedotuskampanjoiden avulla. Liikenteen rauhoittamista suositetaan paljon joissakin maissa, kuten Alankomaissa, ja joissakin maissa tuskin ollenkaan.



Taajamien ulkopuolella tärinäraidat liittymään saavuttaessa ovat yleisin fyysinen nopeuden alentamiskeino. Koska fyysiset nopeuden alentamiskeinot saattavat aiheuttaa onnettomuuksia suurilla ajonopeuksilla, niitä ei yleensä käytetä pääteillä. Tiet pyritään päin vastoin tekemään mahdollisimman suoriksi ja leveiksi, koska poikkeamat korkeasta standardista lisäävät onnettomuusriskiä. Tämä ei ole välttämättä ihanteellinen tilanne, koska tiegeometri-an korkea standardi kasvattaa ajonopeuksia, mikä vuorostaan lisää onnettomuuksien määrää ja vakavuutta.

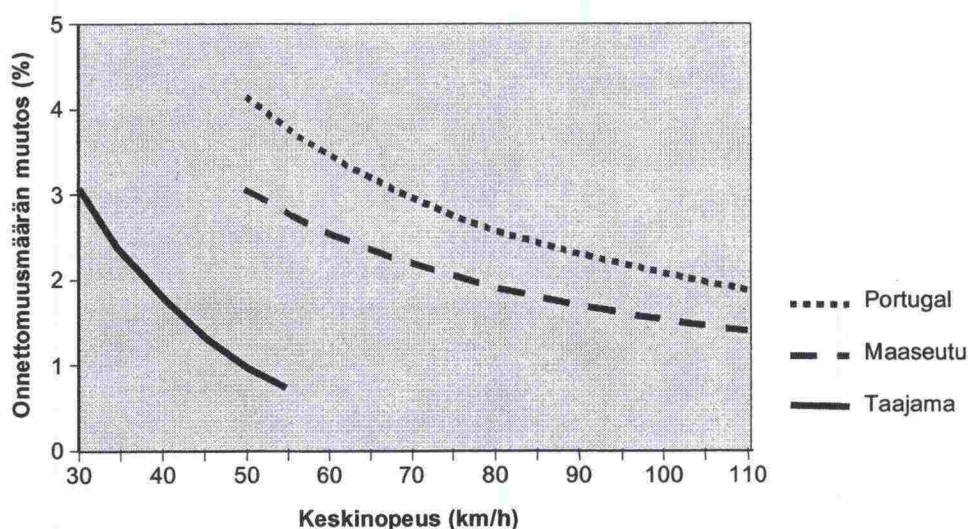
Hallinnollisesti vastuu nopeuksien hallinnasta jakautuu yleensä usealle viranomaiselle. EU:n ja ajoneuvojen valmistajien roolit ovat tässä suhteessa olleet toistaiseksi hyvin pienet. Vaikka eri viranomaisten välillä on yhteistyötä ja tien suunnitteluun on olemassa ohjeita, nopeuksien hallinta koostuu suuressa määrin yksittäisistä toimenpiteistä ilman yhdenmukaista pitkän tähtäimen suunnitelmaa. Näin on erityisesti taajamissa, joissa paikallishallinto suhtautuu hyvin eri tavoin nopeuksien hallintaan ja käytössä olevat resurssit vaihtelevat suuresti.

### 3 AJONOPEUKSIEN VAIKUTUKSET

#### 3.1 Onnettomuudet

Ajonopeuksien ja turvallisuuden välistä riippuvuutta selvitettiin tilastollisilla malleilla, joissa onnettomuusmäärää selittävinä muuttujina olivat tiedot nopeusjakaumasta sekä tien ja liikenteen muista ominaisuuksista. Aineistoa oli 78 yksiajorataiselta kaksikaistaiselta maantieosuudelta Englannista, 28:lta Alankomaista, 39:lta Portugalista ja 73:lta Ruotsista. Mallintamista edelsi kriittinen katsaus aiempiin selvityksiin nopeuksien ja turvallisuuden välisestä riippuvuudesta (Baruya 1997).

Englannin, Alankomaiden ja Ruotsin aineistoihin sovitettuna log-lineaarisen mallin mukaan keskinopeuden kasvu 1 km/h:lla lisäsi onnettomuusmäärää 1,5–3 %. Portugalissa, missä onnettomuusaste on em. maita korkeampi, keskinopeuden muutoksen vaikutus onnettomuuksiin oli voimakkaampi (kuva 2).

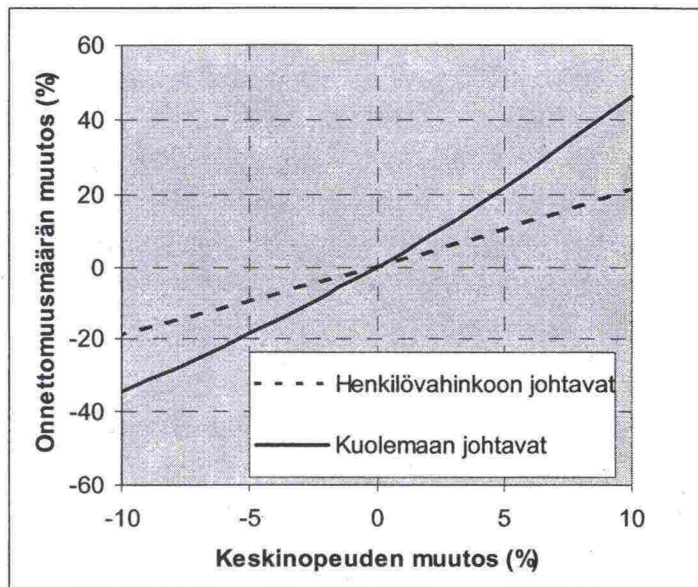


Kuva 2. Keskinopeuden kasvusta 1 km/h seuraava henkilövahinko-onnettomuuksien määrän lisäys lähtötilanteen keskinopeuden funktiona (Baruya 1988c).

Tulos oli siten samansuuntainen aiempien ruotsalaisten tutkimusten kanssa, joiden mukaan keskinopeuden kasvu johtaa henkilövahinko-onnettomuuksien ja kuolemaan johtavien onnettomuuksien riskien kasvuun suhteessa keskinopeuden toiseen ja neljanteen potenssiin (kuva 3). Samankaltaiseen tulokseen on päädytty myös muissa laajaan kansainväliseen tilastoaineistoon perustuvissa tutkimuksissa (Elvik et al. 1989, 1997, Finch et al. 1994, Ranta & Kallberg 1996). Tämä riippuvuus voidaan myös pukea nyrkkisäänöksi, jonka mukaan 1 km/h muutos liikenteen keskinopeudessa johtaa samansuuntaiseen 2–4 %:n muutokseen henkilövahinko-onnettomuuksien määrässä ja likimain kaksi kertaa niin suureen muutokseen kuolemaan joh-



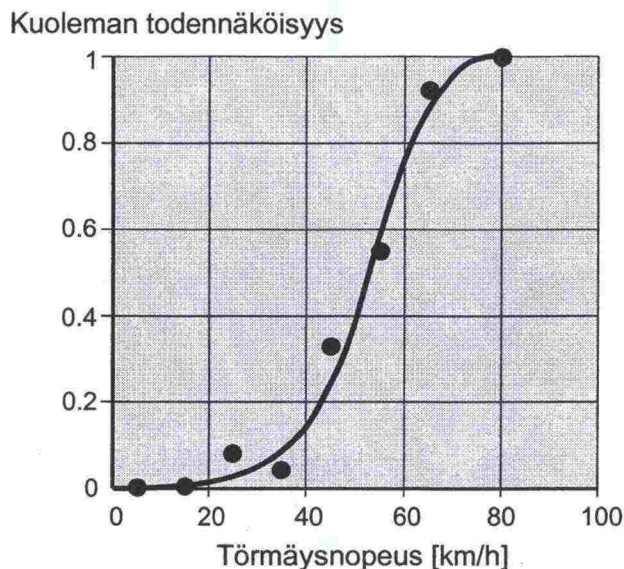
tavien onnettomuuksien määrässä. Suhteellisesti muutos on sitä suurempi mitä pienempi on keskinopeus ennen-tilanteessa.



Kuva 3. Keskinopeuden muutoksen vaikutus onnettomuuksiin (Andersson & Nilsson 1987).

Kuvan 3 riippuvuus perustuu tutkimuksiin nopeusrajoituksen muuttamisen vaikutuksista ajonopeuksiin ja onnettomuuksiin. Silloin keskinopeuden muutos johtuu tyypillisesti koko nopeusjakauman siirtymisestä nopeusrajoitusmuutoksen suuntaan ilman, että jakauman muoto välttämättä olennaisesti muuttuu. MASTER-projektissa laadittujen mallien mukaan edellä esitetty keskinopeuden ja onnettomuusmäärän välinen riippuvuus pätee siinäkin tapauksessa, että nopeusrajoitus ei muutu, vaan keskinopeuden muutos johtuu nopeusrajoituksen ylittävien osuuden kasvusta (Baruya 1998c). Toisin sanoen turvallisuuden kannalta keskinopeuden muutos on ratkaiseva, eikä sillä ole ainakaan suurta merkitystä, muuttuuko nopeusjakauman muoto samalla.

Nopeuksien hajonnan ja onnettomuusmäärän välillä on useissa tutkimuksissa todettu positiivinen korrelaatio (Garber & Garderau 1988, Finch et al. 1994, O'Cinneide & Murphy 1994). Vaikka nopeuksien hajonnan kasvu ilmeisesti lisää ainakin ohitusonnettomuuksien riskiä, absoluuttiset nopeudet vaikuttavat kokonaisturvallisuuteen selvästi enemmän kuin nopeuksien hajonta. Tätä näkemystä tukee se, ettei nopeuksien hajonnan ja monien onnettomuustyyppien kuten yksittäis-, kohtaamis- ja kevytliikenteen onnettomuuksien välillä ole selkeää loogista yhteyttä. Nopeuksien hajonnan ja onnettomuuksien vakavuuden välillä ei myöskään ole selkeää riippuvuutta, toisin kuin absoluuttisen nopeuden ja vakavuuden välillä. Erityisen selkeä on törmäysnopeuden vaikutus onnettomuuden seurauksiin jalankulkijaonnettomuuksissa (kuva 4).



Kuva 4. Jalankulkijan kuolemanriskin riippuvuus auton törmäysnopeudesta (Pasanen 1991).

MASTER-projektin mallit perustuivat suhteellisen pieneen aineistoon, eikä tieosuusia koskeva tieto ollut kaikilta osin niin tarkkaa kuin olisi ollut toivottavaa. Siihen nähden tulokset olivat vähintään tyydyttäviä. Jatkotutkimuksia silmällä pitäen nähtiin tarpeelliseksi selvittää tarkemmin nopeusjakauman erilaisten ominaisuuksien turvallisuusvaikutuksia. Toisaalta pidettiin tärkeänä, että malleilla havaittujen tilastollisten riippuvuuksien kausaalisuus tarvittaessa varmistetaan esimerkiksi ennen-jälkeen-tutkimuksilla.

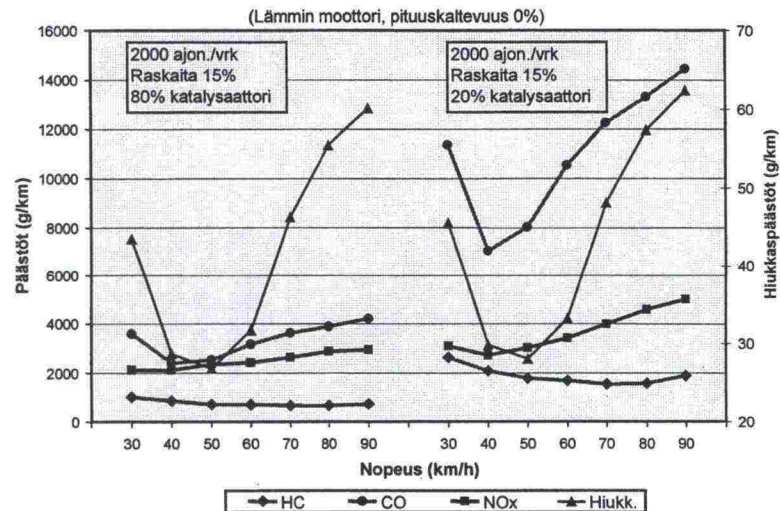
### 3.2 Pakokaasupäästöt

Pakokaasupäästöjen riippuvuutta ajonopeuksista selvitettiin kirjallisuudesta sekä ruotsalaisella VETO-mallilla. Päästöjen eri komponenteista todettiin seuraavaa (kuva 5):

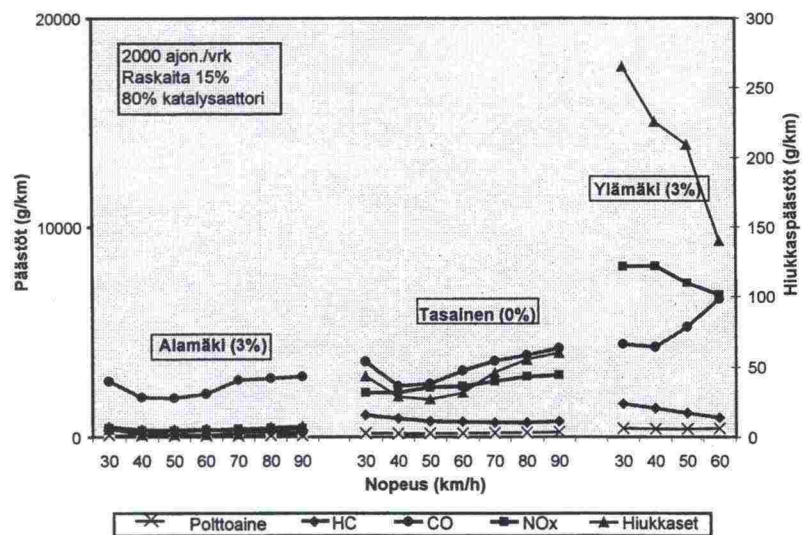
- Hiilivedyt (HC): Päästöt alenevat nopeuden kasvaessa
- Typen oksidit ( $\text{NO}_x$ ): Päästöt kasvavat nopeuden kasvun myötä
- Hiilimonoksidi (CO) ja partikkelit: Päästöillä on minimi pienten ja suurten nopeuksien välillä
- Hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ): Päästöjen määrä on suhteessa polttoaineen kulutukseen.

Kuvan 5 kaltaisia malleja laadittiin erilaisille liikennemäärille, liikenteen koostumuksille (raskaat ajoneuvot, katalysaattorilla varustettujen osuus) sekä tien pituuskaltevuuksille. Jyrkkä ylämäki lisää päästöjä merkittävästi (kuva 6).





Kuva 5. Ajonopeuden vaikutus pakokaasupäästöihin (Robertson et al. 1998).



Kuva 6. Ajonopeuden ja pituuskaltevuuden vaikutus pakokaasupäästöihin (Robertson et al. 1998).

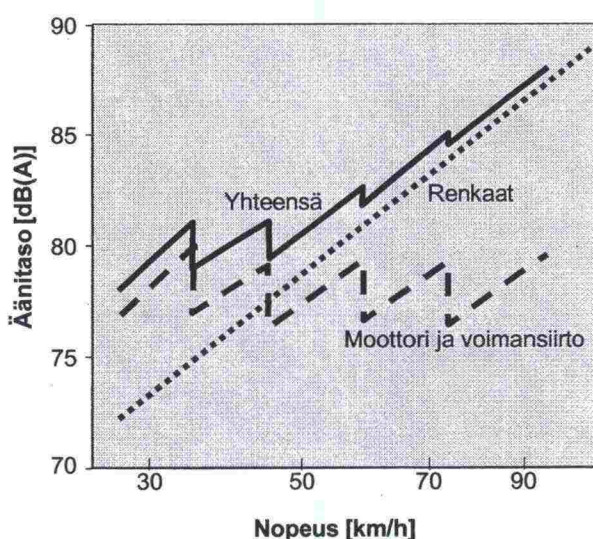
Kiihdytyksillä on suuri vaikutus pakokaasupäästöihin. Nopeuden nostaminen 10 km/h lisää polttoaineenkulutusta noin 10 % verrattuna polttoainemäärään, joka tarvitaan 1 km:n matkan ajamiseen vaakasuoralla tiellä vakionopeudella. Pakokaasupäästöjen vastaavalla tavalla ilmaistu kasvu vaihtelee hiilivetyjen noin 5 %:sta hiukkaspäästöjen noin 30 %:iin. Nopeuden hiljentämisen vaikutukset päästöihin ovat paljon vähäisempiä (Robertson et al. 1998).

Aggressiivinen ajotapa voi kaksinkertaistaa pakokaasupäästöt. Kylmän moottorin ja katalysaattorin päästöt ovat merkittävästi suuremmat kuin lämpimän (Robertson et al. 1998).

Aggressiivinen ajotapa voi kaksinkertaistaa pakokaasupäästöt. Kylmän moottorin ja katalysaattorin päästöt ovat merkittävästi suuremmat kuin lämpimän (Robertson et al. 1998).

### 3.3 Melu ja värinä

Alle 40–50 km/h nopeuksilla moottori ja voimansiirto ovat merkittävimmät melun lähteet, eikä ajonopeus merkittävästi vaikuta melun voimakkuuteen. Tätä suuremmilla nopeuksilla rengasmelu tulee määräväksi ja melun voimakkuus kasvaa nopeuden kasvaessa (kuva 7).



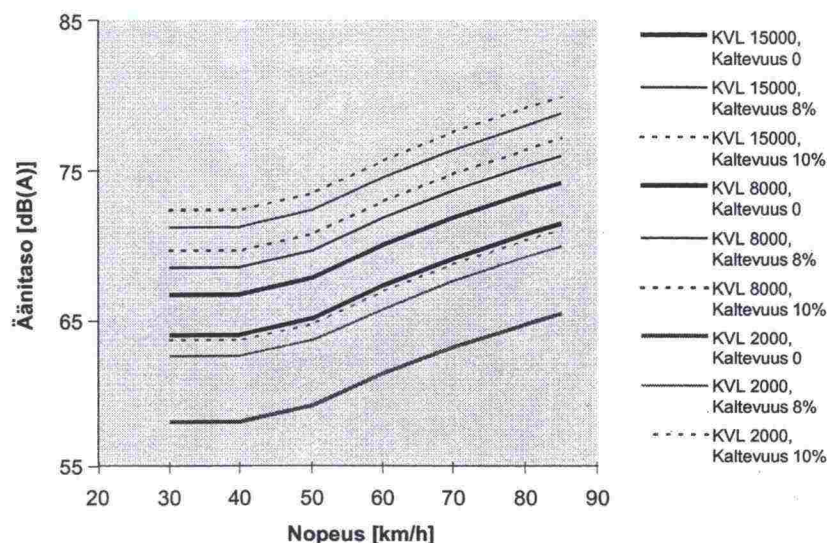
Kuva 7. Periaatekuva ajonopeuden vaikutuksesta meluun (Robertson et al. 1998).

Tien pituuskaltevuuden ja liikennemäärän kasvu lisäävät melua merkittävästi. Liikenteen nopeuden kasvu alle 40 km/h nopeuksilla ei vaikuta merkittävästi meluun, mutta nopeuden kasvu 40 km/h:sta 90 km/h:iin lisää melua noin 7 dB(A) (kuva 8).

Kiihdyttämisen ja jarrutuksen vaikutukset meluun ovat suhteellisen pieniä yli 50 km/h nopeuksilla, mutta pienemmillä nopeuksilla ne voivat merkittävästi lisätä melua.

Liikenne voi aiheuttaa tienvarren rakennuksissa värinää. Se voi aiheutua liikenteen matalataajuusmelusta, joka saa rakenteet resonoimaan. Värinää voi aiheutua myös maaperän kautta välittyvästä raskaiden ajoneuvojen pyörien kuormituksesta. Ajonopeuksien vaikutuksesta värinään ei kuitenkaan löydetty tutkimustuloksia.

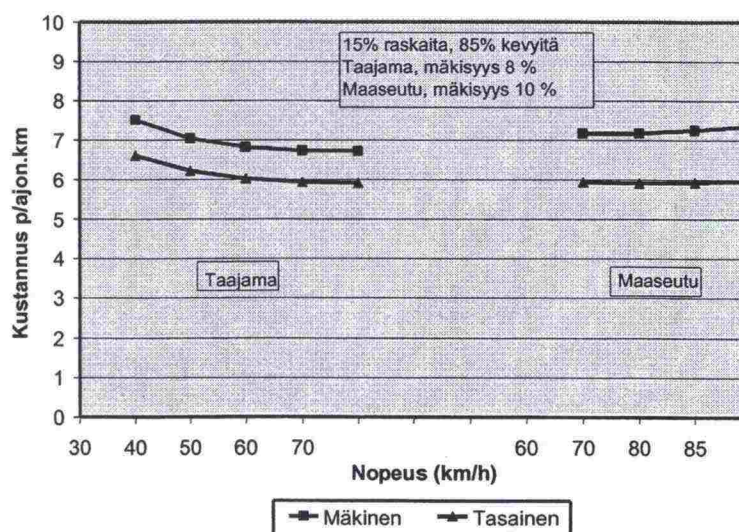




Kuva 8. Ajonepeuden vaikutus meluun eri liikennemäärillä ja tien pituuskaltevuuksilla (Robertson et al. 1998).

### 3.4 Ajoneuvokustannukset

Ajoneuvokustannuksiin voi kuulua välittömiä polttoaine-, voiteluaine-, renkas- ja huoltokustannuksia, huoltoon käytetystä ajasta aiheutuvia kustannuksia, ajoneuvon kulumisesta aiheutuvia kustannuksia sekä liikennöitsijöiden aikakustannuksia. Ajoneuvokustannusten ja nopeuden välisen riippuvuuden määrittäminen voi perustua empiiristen havaintojen perusteella laadittuihin taulukoihin. Lisäksi on kehitetty malleja, joissa ajoneuvokustannuksia selitetään monilla muuttujilla (kuva 9).



Kuva 9. Ajonepeuden vaikutus ajoneuvokustannuksiin brittiläisen mallin mukaan  
Huom. rahayksikkö on Englannin penni (Robertson & Ward 1998).

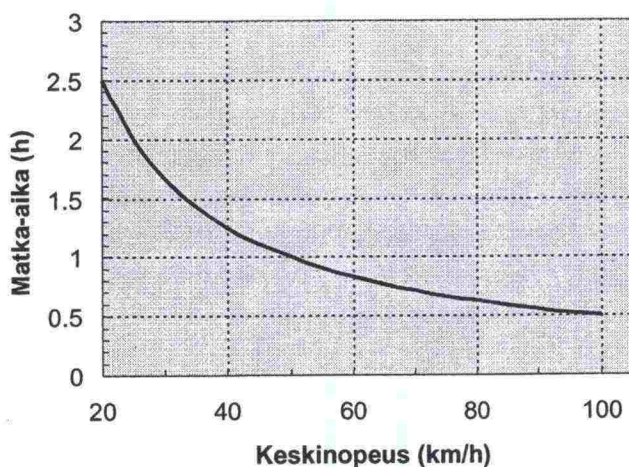


Kuvan 9 esimerkissä nopeuden vaikutus kustannuksiin ei ole erityisen suuri, etenkin maatieolosuhteissa. On kuitenkin otettava huomioon, että tarkastelu koskee suhteellisen kapeita nopeusalueita, eikä se koske lainkaan alle 40 km/h eikä yli 90 km/h nopeuksia.

Tehtyjen selvitysten perusteella ei syntynyt kovin selvää kuvaa ajonopeuden vaikutuksesta ajoneuvokustannuksiin. Tämän johtuu paljolti siitä, ettei ajoneuvokustannuksia selittäviä malleja yleensä ole tarkoitettu selittämään nopeuksien vaikutuksia, eikä ajonopeutta ole malleissa aina otettu huomioon riittävällä tarkkuudella. Mallit esimerkiksi tyypillisesti perustuvat vakionopeudella kulkevaan liikenteeseen, eikä niissä ole otettu huomioon ajoneuvojen keskinäisestä vuorovaikutuksesta aiheutuvia nopeuden vaihteluita ja niistä aiheutuvia kustannuksia.

### 3.5 Aikakustannukset

Matkan tekemiseen kuluva aika saadaan jakamalla matkan pituus keskinopeudella. Tietynsuuruinen nopeudenmuutos vaikuttaa matka-aikaan sitä enemmän mitä pienempi nopeus on alkutilanteessa (kuva 10).



Kuva 10. Keskinopeuden vaikutus 50 km:n matkan kulkemiseen tarvittavaan aikaan (Robertson & Ward 1998).

Aikakustannus saadaan kertomalla matkaan käytetty aika ajan hinnalla. Eri ajoneuvotyypeille on tyypillisesti määritelty omat keskimääräiset aikakustannukset, joita käytetään liikennetaloudellisissa laskelmissa. Keskustelua on kuitenkin käyty siitä, onko perusteltua laskea yhteen yksittäisiltä matkoilta kertyviä pieniä, esimerkiksi alle minuutin aikasäästöjä. Näin pieniä aikasäästöjä tienkäyttäjän voi olla vaikea havaita tai hyödyntää. Toisaalta pienten aikasäästöjen jättäminen kokonaan huomioon ottamatta ei myöskään ole helposti perusteltavissa.

Liikenteen aikakustannuksiin luetaan yleensä myös se aika, jonka ajoneuvot ovat pysähtyneenä esimerkiksi ruuhkassa tai liikennevaloissa. Tämä on

otettava huomioon etenkin tarkasteltaessa taajamien nopeusrajoitusten vaikutusta matka-aikoihin. Muuten nopeusrajoituksen muutoksen vaikutukset matka-aikoihin tulevat helposti yliarvioituiksi.

### 3.6 Vaikutukset yksittäisiin matkoihin

Yksittäiset tieliikenteen matkat koostuvat tyypillisesti useista, erilaisilla teillä ajettavista osuuksista. Jotta voitaisiin arvioida erilaisten nopeuksien hallinnan toimenpiteiden vaikutuksia yksittäisiin matkoihin, olisi periaatteessa tarkasteltava kaikkia ko. toimenpiteen vaikutusalueen kautta kulkevia matkoja erikseen osuus osuudelta ja summattava vaikutukset matkakohtaisesti. Näin voitaisiin selvittää esimerkiksi miten keskustan liikekadun tai asuntoalueen nopeusrajoituksen alentaminen vaikuttaa eri väestöryhmien ja ajoneuvotyyppien sekä eri tarkoituksessa tehtäviin matkoihin (*Robertson & Ward 1998, Allsop 1998*). Suomen henkilöliikennetutkimuksissa kerättävää tietoa olisi ehkä mahdollista käyttää tällaisiin analyyseihin. Monissa muissa maissa tällaista tietoa ei kuitenkaan ole saatavilla.

### 3.7 Jakaumavaikutukset

Periaatteessa tavoitteellinen nopeustaso voitaisiin määrittää laskemalla yhteen erikseen hyödyt ja haitat ja valitsemalla tavoitenopeus niin, että hyötyjen suhde haittoihin on suurimmillaan. Tällainen menettely ei kuitenkaan ota huomioon jakaumavaikutuksia eli sitä, että yhden kansalaisryhmän saamat edut voivat olla menetyksiä muille ryhmille. Kyse voi tällöin olla siitä, mikä on oikeudenmukaista tai etujen ja hyödykkeiden jaon kannalta yhteiskunnan näkökulmasta toivottavaa. Tällaiset jakaumavaikutukset voivat yhteiskunnallisessa päätöksenteossa olla yhtä tärkeitä tai tärkeämpiä kuin hyötyjen maksimointi (*Kallberg & Toivanen 1997, 1998*).

### 3.8 Verkkotason vaikutukset

Jos nopeuksien hallinta muuttaa pysyvästi alueiden tavoitettavuutta, se vaikuttaa asuntojen ja työpaikkojen sijaintiin. Tämä puolestaan vaikuttaa liikennemääriin ja edelleen mm. liikenneturvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin ja ajokustannuksiin. Tavallisesti ajonopeuksien vaikutuksia on selvitetty vain linkkitasolla, tarkastelemalla yhtä tieosuutta kerrallaan ja olettaen, että liikennemäärät pysyvät ennallaan. Verkkotason selvitykset ajonopeuden vaikutuksista liikennemääriin ovat työläisiä ja harvinaisia (*Kallberg & Toivanen 1997, 1998*).

Englannissa ja Alankomaissa tehdyissä selvityksissä, joissa otettiin huomioon ajonopeuksien ja liikennemäärien välinen yhteys, todettiin liikenteen yhteiskunnan kannalta optimaaliset nopeudet erilaisilla teillä selvästi vallitse-



via nopeusrajoituksia pienemmiksi (*Plowden & Hillman 1996, Rietveld et al. 1996*).

### 3.9 Yksityiset ja yhteiskunnan kustannukset

Nopeuksien hallintapolitiikan onnistuneisuutta yhteiskunnan kannalta tulisi arvioida siitä yhteiskunnalle aiheutuvien kustannusten perusteella (hyödyt luetaan negatiivisiksi kustannuksiksi). Yhteiskunnalliset kustannukset kuitenkin eroavat yksittäisten tienkäyttäjien kokemista yksityistaloudellisista kustannuksista.

Kuljettajan mieltämiä kustannuksia sanotaan yksityisiksi kustannuksiksi. Ne ovat yleensä pienemmät kuin yhteiskunnalle aiheutuvat kustannukset, koska kuljettajat eivät aina koe tai maksa täysimääräisesti kaikkia aiheuttamiaan kustannuksia, etenkin onnettomuuskustannuksia sekä luonnon tai terveydelle aiheutuvista haitoista koituvia kustannuksia.

On myös kustannuksia, jotka kuuluvat yksityisiin, mutta eivät yhteiskunnallisiin kustannuksiin. Tällaisia ovat fiskaaliset verot, jotka ovat yhteiskunnan sisäisiä siirtoja. Yhteiskuntataloudellisessa analyysissä on siksi yleensä käytettävä verottomia hintoja esimerkiksi polttoaineille. Periaatteellisen poikkeuksen muodostavat ympäristöverot, jotka katsotaan korvauksiksi resurssien käytöstä.

Yksityisten ja yhteiskunnallisten kustannusten ero on tärkeä syy siihen, että ajonopeuksien hallintaa ylipäänsä tarvitaan. Se, että nopeuksien hallinta tyypillisesti tarkoittaa niiden hillitsemistä, johtuu puolestaan siitä, että yksittäisen henkilön nopeuden lisäyksestä kokemat kustannukset ovat tyypillisesti pienemmät kuin siitä yhteiskunnalle aiheutuvat kustannukset.

Lisäksi on otettava huomioon se, ettei kuljettajilla aina ole oikeaa käsitystä ajonopeuden vaikutuksesta yhteiskunnallisiin kustannuksiin. Siksi, ilman yhteiskunnan puuttumista asiaan esimerkiksi nopeusrajoituksia säätämällä, kuljettajilla ei olisi halutessaankaan kunnollisia edellytyksiäkään nopeutensa sovittamiseen yhteiskunnan kannalta toivottavaksi tai siedettäväksi (*Kallberg & Toivanen 1997, 1998*).

## 4 NOPEUKSIEN MUUTOSTEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTIKEHIKKO

### 4.1 Arviointikehikon tarve ja tavoitteet

Liikenteen nopeuden säätelytoimet aiheuttavat useimmiten sekä haittoja että hyötyjä: matka-ajat muuttuvat tyypillisesti eri suuntaan kuin ajoneuvokustannukset, onnettomuudet ja ympäristöhaitat. Ilman systemaattista vaikutusten arviointia on tarjolla vaara, että tulosten perusteella voidaan niin vastustaa kuin kannattaakin jotain toimenpidettä pelkästään subjektiivisiin näkökohtiin vedoten. Analyttisen keskustelun perustaksi tarvitaan kuitenkin kattavat, mahdollisimman objektiiviset ja selkeästi esitetyt arviot toimenpiteen vaikutuksista. MASTER-kehikko on tarkoitettu tällaisten arvioiden tuottamisen työvälineeksi (*Kallberg & Toivanen 1997, 1998*).

Arviointikehikolle asetettiin seuraavat vaatimukset: Sen tuli

- kattaa kaikki merkittävät nopeuden vaikutukset;
- olla mieluummin helposti sovellettava ja yleistävä kuin hyvin yksityiskohtainen mutta työläs;
- olla soveltamiskelpoinen niin yksittäisille tiejaksoille kuin tieverkoillekin;
- hyödyntää vaikutusten rahallisia arvoja mahdollisimman pitkälle unohtamatta kuitenkaan sellaisia vaikutuksia, joita ei voi rahassa ilmaista;
- olla läpinäkyvä eli esittää selvästi kaikkien laskelmien perusteet;
- olla helposti muokattavissa, kun uutta tietoa nopeuden vaikutuksista tai niiden taloudellisista arvoista saadaan ja
- olla sillä tavoin joustava, että se sallii alueelliset ja kulttuurierot vaikutusten painotuksessa.

MASTER-arviointikehikon tarkoituksena ei siten ole poistaa tulosten tulkinanvaraa eikä mitätöidä subjektiivisia arvostuksia. Sen sijaan sen tavoitteena on tehdä arvioinnista järjestelmällinen prosessi, jonka avulla on mahdollista selvästi nähdä tehtyjen olettamusten ja arvostusten vaikutus lopputuloksiin. Koko prosessin tulee olla läpinäkyvä ja kritiikille avoin. Keskeistä arvioinnissa on myös yhteiskuntataloudellinen näkökulma, eli tarkastellaan yhteiskunnalle kokonaisuudessaan aiheutuvia hyötyjä ja haittoja.

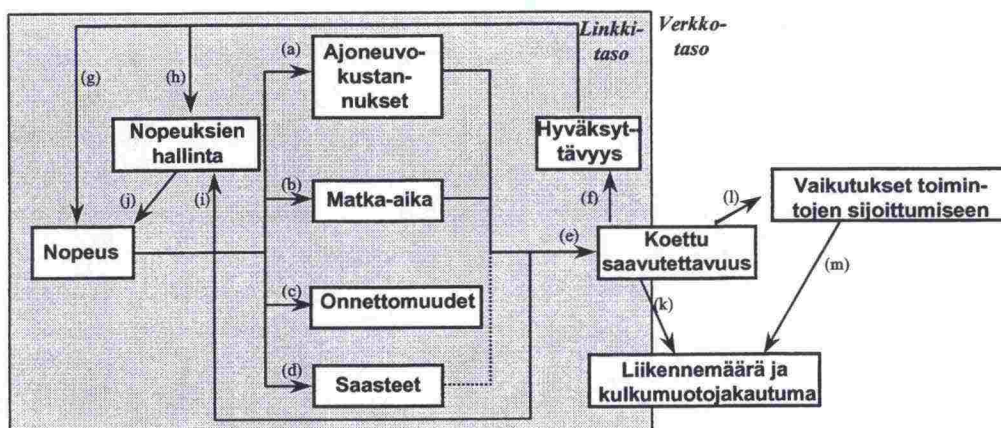
Arviointikehikosta on saatavilla erillinen suomenkielinen raportti nro 17/2001 Tiehallinnon sisäisten julkaisujen sarjassa.

### 4.2 Linkki- ja verkkotason vaikutukset

Nopeuden vaikutuksia tarkasteltaessa on tarpeen erottaa linkki- ja verkkotason vaikutukset. Linkkitasolla tarkastellaan nopeuden välittömiä vaikutuksia rajatulla tieosuudella. Tähän sisältyy tyypillisesti oletus, ettei nopeuden



muutos vaikuta liikennemääriin. Verkkotasolla pyritään ottamaan huomioon myös epäsuorat vaikutukset, etenkin koettuun saavutettavuuteen, joka puolestaan voi vaikuttaa liikennemääriin ja kulkumuotojakautumaan tarkasteltavalla linkillä ja muillakin teillä (kuva 11).



Kuva 11. Yhteenveto tieliikenteen nopeuden vaikutuksista (Kallberg & Toivanen 1998).

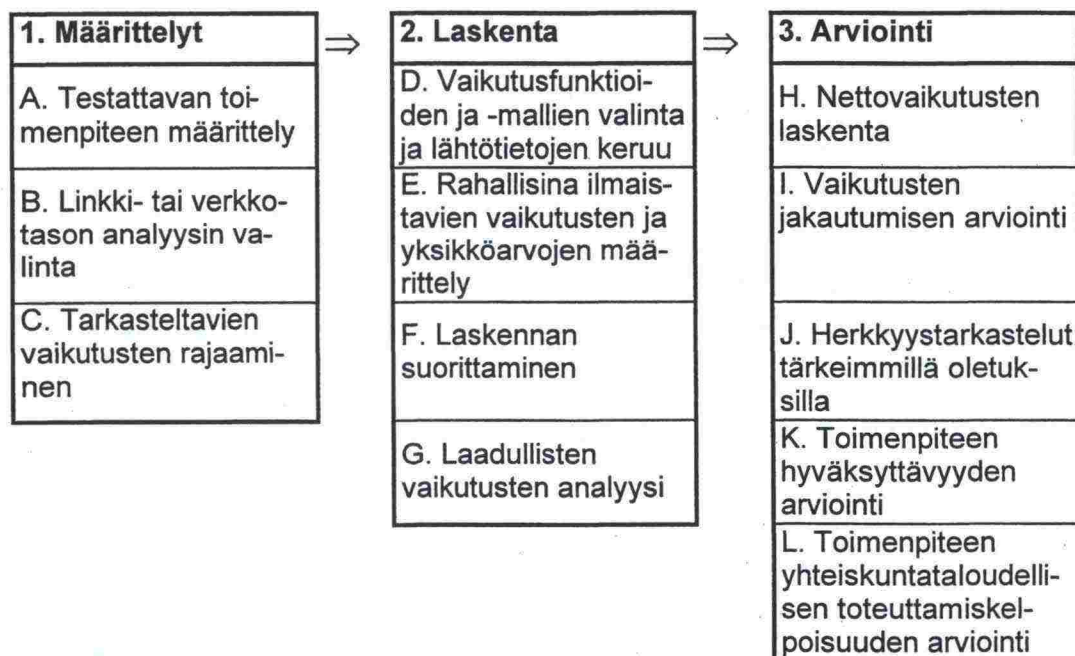
Käytännössä verkkotason analyysi on huomattavasti linkkitason tarkastelua työläämpää ja voi edellyttää mm. erityisosaamista vaativien tietokonepohjaisten liikennemallien käyttöä. Verkkotason tarkastelun pohjaksi tarvittaisiin myös luotettavia tietoja liikenteen nopeuden vaikutuksesta liikennemäärään. Tällaista tietoa on toistaiseksi niukasti saatavilla.

Käytännössä linkkitason tarkastelullakin voidaan usein saada riittävät tiedot esimerkiksi tietyntien tai alueen nopeatrajoituksen muuttamista koskevan päätöksenteon pohjaksi. Silloin saattaa kuitenkin olla tarvetta varautua myös liikennemäärien ja kulkumuodon muutoksiin, joita linkkitason tarkastelussa ei oteta huomioon.

#### 4.3 Arviointikehikon rakenne

MASTER-arviointikehikko on tarkoitettu ajonopeuksien (ja käytännössä etenkin nopeuksien muutosten) vaikutusten kattavaan ja järjestelmälliseen arviointiin. Lähtökohtana oli yhteiskunnallinen hyöty-kustannusanalyysi, jossa otetaan huomioon vaikutusten suuruus sekä jakautuminen. Lisäksi otetaan huomioon sen, ettei kaikkia vaikutuksia voi arvottaa rahassa. Arviointikehikko on lähinnä kokoelma ohjeita, eikä mikään "musta laatikko" jolla syötetään lähtötiedot ja joka sitten tulostaa vastauksen. Arviointiprosessin tärkeimmät vaiheet on esitetty kuvassa 12.

Arviointikehikon käyttöä varten on laadittu Microsoft Excel -pohja<sup>1</sup> helpottamaan laskelmien tekoa ja tulosten järjestelmällistä esittämistä.



Kuva 12. MASTER-arviointikehikon rakenne vaikutuksista (Kallberg & Toivanen 1998).

#### 4.4 Toimenpiteen hyväksyttävyys

Toimenpiteen hyväksyttävyydellä voi käytännössä olla suuri painoarvo, kun päätetään sen toteuttamisesta. Arviointikehikossa se on omana kohtanaan (kohta K kuvassa 12). On kuitenkin huomattava, että jos hyväksyttävyyttä tarkastellaan yhteiskunnallisten vaikutusten kanssa rinnakkain, on vaarana että ainakin osa yksilöiden kokemista vaikutuksista tulee otetuksi huomioon kahdesti. Yhteiskuntataloudellisten vaikutusten analyysi ei kuitenkaan täysin sisällä hyväksyttävyyttä, koska yksilöt perustavat hyväksyntänsä lähinnä itse kokemiinsa vaikutuksiin, joiden summa ei ole sama kuin yhteiskunnan kokemat vaikutukset (Kallberg & Toivanen 1998).

Yleensä on järkevää pyrkiä toimenpiteisiin, jotka ovat sekä hyväksyttäviä että yhteiskunnallisesti edullisia. Siksi hyväksyttävyyttä on selvitettävä ja tehtävä se kyselyin siten, että eri kohderyhmien mielipiteistä saadaan edustava kuva. Vastaajille tulee tarjota informaatiota toimenpiteen vaikutuksista.

<sup>1</sup> Ko. laskentapohja käyttöohjeineen on saatavissa Tiehallinnon tiestötiedoista, puh. 0204 22 150, telefaksi 0204 22 2512

#### 4.5 Käytännön sovellukset

MASTER-arviointikehikkoa kokeiltiin kolmessa maassa:

- Suomessa arvioitiin vaikutuksia, joita olisi talvinopeusrajoitusten ulottamisella koskemaan myös moottoriliikenneteitä.
- Portugalissa arvioitiin 14 km pitkän maantien nopeusrajoituksen alentamisen 90 km/h:sta 80 km/h:iin vaikutuksia.
- Unkarissa kohteena oli nopeusrajoituksen alentaminen 60 km/h:stä 50 km/h:iin neljän kilometrin pituisella kaksikaistaisella pääkadulla.

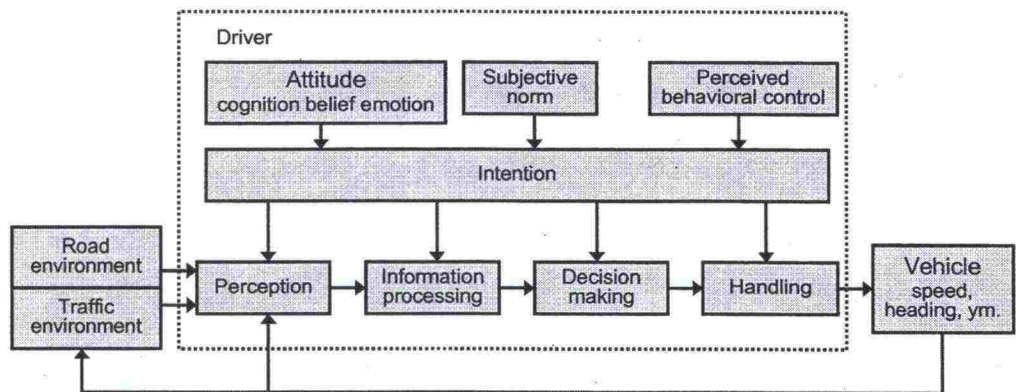
Käytännön testeissä arviointikehikko osoittautui käyttökelpoiseksi. Suurimmat vaikeudet liittyivät vaikutusfunktioiden määrittelyyn ja lähtötietojen hankintaan. Olemassa olevien mallien ja ohjelmien tuloksia voidaan hyödyntää, kunhan niiden toiminta ymmärretään ainakin pääpiirteissään. Vaikutusarviointiin kuuluvien resurssien tarve pienenee arviointiprosessista saatujen kokemusten karttuessa (*Kallberg & Toivanen 1998*).



## 5 KULJETTAJIEN NOPEUDENVALINTA

### 5.1 Katsaus nopeudenvalintaan vaikuttavista tekijöistä

Ajzenin teoriaa (1985) suunnitelmallisesta käyttäytymisestä (theory of planned behaviour) sovelletaan usein liikennepsykologiassa. Tähän teoriaan pohjautuvat mallit, joiden mukaan liikennekäyttäytymiseen vaikuttavat suurelta osin asenteet (attitude), henkilön oma normisto (subjective norm) ja koettu mahdollisuus kontrolloida käyttäytymistään (perceived behavioural control). Kuljettajakäyttäytymiseen vaikuttavat kuljettajan motivaation lisäksi hänen havaitsemansa ulkoiset tekijät, kuten tieympäristö ja muiden kuljettajien käyttäytyminen juuri tässä liikenneympäristössä. Kuvassa 13 on kaaviona yleinen malli tekijöistä, jotka vaikuttavat kuljettajien nopeuskäyttäytymiseen. Esimerkiksi nopeudenrajoitustoimenpiteet ovat tehokkaampia, kun tieympäristö ohjaa kuljettajaa käyttämään sallittua ajonopeutta.



Kuva 13. Yleinen malli tekijöistä, jotka vaikuttavat kuljettajien nopeuskäyttäytymiseen (van der Horst 1998).

MASTER-projektissa kuljettajien nopeudenvalintaan vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu kahdesta näkökulmasta. Ensinnäkin kuudessa Euroopan maassa tehtiin kuljettajille ja jalankulkijoille haastatteluja nykyisten ajonopeuksien sekä nopeusrajoitusten hyväksyttävyydestä. Haastatteluja valmisteltaessa tehtiin laaja kirjallisuuskatsaus nopeuksien ja kuljettajien motivaation välisestä yhteydestä. Toiseksi selvitettiin kokeellisesti, mitkä tiensuunnitteluelementit ovat ajonopeuksien kannalta olennaisia. Lisäksi kartoitettiin erilaisia nopeudenalentamiskeinoja ja niiden vaikutuksia.

### 5.2 Nopeus ja motivaatio

Eri tienkäyttäjärhyille (kuljettajat, jalankulkijat, pyöräilijät) suunnattujen ajonopeuksia ja nopeusrajoituksia koskevien kyselytutkimusten valmisteluista tehtiin kirjallisuusselvitys (Levelt 1998). Kirjallisuusselvityksen perusteella muotoiltiin kyselyn tyyppi ja laadittiin yksittäiset kysymykset tämän projektin

haastattelututkimukseen (luku 5.3). Selvityksen perusteella voidaan myös laatia tiedotuskampanja ajonopeuksista.

### 5.2.1 Kyselyjen ja tiedotuskampanjoiden suunnittelu

Kyselytutkimuksia muotoiltaessa asenteiden määrittämiseksi tehdään kahdentyyppisiä kysymyksiä: kysymys tietyn käyttäytymisen todennäköisyydestä johtaa tiettyihin seurauksiin ja kysymys seurausten merkityksestä vastaajalle. Vastaukset kerrotaan keskenään tilastollisessa analyysissä. Näiden tulosten lisäksi korrelaatiot, faktorianalyysit) asettaa suuria vaatimuksia alkuperäiselle vastausasteikolle ja johtaa helposti virheellisiin johtopäätöksiin.

Sekä uusista että jo vakiintuneista tavoista tehdä kyselytutkimuksia ja tiedotuskampanjoita löytyy tietoa liikennepsykologian ja sosiaalipsykologian kirjallisuudesta. Perinteiset asenteenmittausmenetelmät eivät välttämättä ota huomioon mahdollisuutta uusien motivaatioiden vaikutuksesta asenteisiin.

Asenteet voidaan nähdä ennakoituina tunteina: etuja punnitaan haittoihin nähden sekä arvioidaan odotettavissa olevia miellyttäviä ja epämiellyttäviä tunteita. Nämä eivät välttämättä ole samoja kuin todellisen tilanteen tapahtuessa esiin nousevat tunteet. Asenne ei siis suoraan johda tiettyyn käyttäytymiseen. Asenne nostaa esiin tietyn aikomuksen tehdä jotakin ja aikomukseen vaikuttavat lisäksi henkilön omat normit ja koettu mahdollisuus kontrolloida käyttäytymistä. Aikomus johtaa sitten tiettyyn käyttäytymiseen (kuva 13). Vähitellen on saatavilla yhä enemmän tietoa tunteiden vaikutuksesta ajonopeuksien valintaan ja muiden kuljettajien käyttämien nopeuksien arviointiin. Vaikuttavia tunteita ovat esim. syyllisyys, katumus, pelko, viha, pitkästyneisyys ja mielihyvä.

### 5.2.2 Asenteet nopeuksia ja nopeudenalentamistoimenpiteitä kohtaan

Kuljettajien nopeudenvalintaan vaikuttavat muiden ajonopeudet ja se millainen käsitys heillä on tärkeinä pitämiensä viiteryhmiä (esim. perhe, ystävät, poliisi ja muut viranomaiset, matkustajat) mielipiteistä ja reaktioista. Kuljettajien nopeuskäyttäytymistä ohjaavat sosiaaliset normit ja asenteet ja he myös muokkaavat omalla käyttäytymisellään muiden liikkujien normeja ja asenteita. Tätä näkökohtaa voi hyödyntää tiedotuskampanjoissa. Ajonopeutta koskevat aikomukset ja valinnat riippuvat myös siitä, millainen käsitys kuljettajilla on kyvyistään säädellä omaa käyttäytymistään. Oman ajonopeuden säätely voi tuntua kuljettajista vaikealta. He myös helposti yliarvioivat kykynsä säädellä ajonopeuden vaikutuksia.



Levelt (1998) on kerännyt suuresta määrästä nopeuskäyttäytymistä ja asenteita nopeuksiin ja nopeudenalentamistoimenpiteisiin käsittelevää kirjallisuutta johtopäätöksiä. Seuraavassa tärkeimpiä tuloksia:

- Suoraan ja epäsuorasti mitattujen asenteiden, asenteiden ja aikomusten sekä tietyllä nopeudella ajamisen aikomuksen ja raportoidun käyttäytymisen välillä on havaittu kohtalainen yhteys (Rothengatter 1994).
- Tärkeimmät asennetekijät, jotka määrittävät aikomuksen ajaa tiettyä nopeutta ja ylinopeutta ajamisen, ovat tärkeysjärjestyksessä: riskiajamisen tuottama mielihyvä, matka-aika ja kustannukset. Ajamisen tuottama mielihyvä on tärkeä etenkin moottoriteillä mutta sillä ei ole juuri merkitystä taajamien runkoverkolla (Vogel & Rothengatter 1984).
- Asenteet ylinopeutta ajamista kohtaan ovat myönteisemmät kuin rattijuoppoutta, liian lähellä ajamista tai vaarallisia ohituksia kohtaan. Ylinopeutta ajamisen syinä mainitaan mm. nopea pääsy määränpäähän, nopeasti ajaminen on miellyttävää, toisten ajonopeuksiin mukautuminen, kiinni jäämisen ja sakkojen pieni todennäköisyys, ei vaaraa jalankulkijoille ja onnettomuuden pieni todennäköisyys (Parker 1991).
- Motiivit ylinopeutta ajamiseen ovat pääasiassa halu mukautua muiden käyttämiin nopeuksiin, kiire, tietämättömyys nopeusrajoituksesta ja nopeasta ajamisesta nauttiminen. Motiivit noudattaa nopeusrajoitusta ovat turvallisuus, lain noudattaminen, riski tulla sakotetuksi ja kiireettömyys (Pol et al. 1994).
- Syitä hitaasti ajamiseen ovat esim.: halu ajaa hitaasti, auto on huonossa kunnossa, kuljettajat tuntevat ajavansa turvallisesti, heillä on puutteita itsetunnossa tai he käyttävät käsipuhelinta (Rajalin & Summala 1996).
- Ihmiset ovat motivoituneita ajamaan jatkuvasti kasvavilla nopeuksilla (Summala 1988)
- Ihmiset ovat tyytyväisiä nykyisiin nopeusrajoituksiin, mutta he ovat myös valmiita hyväksymään alemmat nopeusrajoitukset, jos ne sisällytetään eurooppalaisiin säädöksiin (SARTRE 1994a, 1994b).
- Asukkaat pitävät yleensä nopeusrajoitusten alentamisesta (30 km/h) omalla asuinalueellaan liikenteen rauhoittamistoimenpiteenä. Erityisesti lasten ja jalankulkijoiden katsottiin hyötyvän nopeuden alentamisesta (MacKie & Webster 1995).
- Alennettujen nopeusrajoitusten (30 km/h) hyväksyttävyyks kasvaa merkittävästi, jos toimenpiteestä tiedotetaan kaikille tienkäyttäjryhmille (Summala 1994).
- Nopeudenalentamistoimenpiteisiin suhtauduttiin sitä myönteisemmin mitä tehokkaampina niitä pidettiin ja sitä kielteisemmin mitä enemmän ne aiheuttivat henkilökohtaista haittaa (valinnanvapauden väheneminen, kasvaneet matka-ajat tai epämukavuus) (Carthy et al. 1993).



- Ihmiset suhtautuvat yleensä positiivisesti poliisin suorittamaan nopeudenvalvontaan (*Carthy et al. 1993, Oei & Goldenbeld 1994, 1995a, 1995b, 1996*).
- Uudessa Seelannissa tehdyssä kyselyssä 80 % vastaajista piti uutta rangaistuspistejärjestelmää joko hyväksyttävänä tai liian lievänä rangaistuksena ylinopeuksista (*Perkins 1990*).
- Hyvin harvoin ylinopeutta ajavat kuljettajat aliarvioivat ylinopeutta ajavien määrän, kun taas usein itse ylinopeutta ajavat kuljettajat yliarvioivat sen (*Manstead et al. 1991*).
- Paikalliset asukkaat vaativat usein alempia nopeuksia lähiympäristöönsä (*Cairney et al. 1994*) ja ovat yleensä tyytyväisiä nopeuksien todella alennuttua (*Herrstedt 1998*). He yleensä kannattavat myös tiukempaa poliisivalvontaa (*Carthy et al. 1993*).
- Ihmisillä saattaa olla kotiseutuhenkeä heidän ajaessaan omalla asuinalueellaan. Vieraalla asuinalueella, etenkin sen läpi ajaessaan, he eivät välttämättä noudata paikallisia määräyksiä (*Jones 1989*).
- Nopeuskäyttäytymisen muuttaminen asenteisiin vaikuttamalla on lähes mahdotonta. Myöskään seurauksiin, ajon aiheuttamaan mielihyvään, ei voida vaikuttaa (*Rothengatter 1988, 1994*).

### 5.3 Nykyisten nopeuksien hyväksyttävyys

#### 5.3.1 Tutkimusmetodi

Kuudessa Euroopan maassa haastateltiin kaikkiaan 1 200 tienkäyttäjää (200 joka maassa) nopeustason ja nopeuden alentamiskeinojen hyväksyttävyydestä (*Risser & Lehner 1998*). Kussakin maassa haastateltiin 50 tienkäyttäjää neljässä erilaisessa paikassa taajamassa:

- liittymien välillä kaksi- tai kolmikaistaisella taajamatiellä,
- kapealla yksisuuntaisella kadulla, jonka varrella on pysäköityjä autoja,
- liittymässä, jossa ei ole liikennevaloja ja jossa kuljettajat ovat vuorovai-  
kutuksessa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kanssa sekä
- taajamien sisääntuloteillä.

Kussakin haastattelupaikassa puolet haastateltavista oli autonkuljettajia ja puolet jalankulkijoita (myös muutamia pyöräilijöitä haastateltiin). Vastaukset olivat hyvin samantapaisia kaikissa maissa, mikä mahdollisti aineiston yhdistämisen kaikkiaan 1 200 tienkäyttäjää koskevaksi.

### 5.3.2 Haastattelujen tulokset

Enemmistö sekä autojen kuljettajista että jalankulkijoista piti nykyisiä nopeusrajoituksia sopivina. Puolet haastatelluista kuljettajista ja yli puolet haastatelluista jalankulkijoista piti todellisia ajonopeuksia yleensä liian suurina. Kysyttäessä ajonopeuksista haastatteluun valituissa paikoissa (*luku 5.3.1*) kolmannes haastatelluista kuljettajista ja yli puolet jalankulkijoista piti todellisia ajonopeuksia liian korkeina, kun 10 % piti niitä liian alhaisina.

Kysyttäessä, missä paikoissa ajonopeuksia tulisi erityisesti alentaa, molemmat haastatteluryhmät mainitsivat paikat, joissa on paljon jalankulkijoita, erityisesti lapsia tai ikääntyneitä. Kuljettajina haastatellut mainitsivat useammin huonokuntoisen tien tai huonot liikenne- tai keliolosuhteet. Samat olosuhteet sekä lisäksi jalankulkijoiden läsnäolo mainittiin, kun kysyttiin, milloin ajonopeuksien pitäisi olla alle nopeusrajoituksen. Nopeusvalvonnan todennäköisyys mainittiin myös syyksi ajaa alle nopeusrajoitusten.

Kysyttäessä, pitäisikö juuri haastattelupaikassa tehdä jotakin ajonopeuksien alentamiseksi, yli kolmannes kuljettajina haastatelluista ja melkein puolet jalankulkijoista oli myönteisellä kannalla ja selvä enemmistö molemmista ryhmistä kannatti nopeuksien alentamista.

Kuljettajina haastatelluilla oli selvä taipumus arvioida oma ajonopeutensa jonkin verran alhaisemmaksi kuin muiden kuljettajien ajonopeus ja ylinopeutta ajaminen harvinaisemmaksi kuin muiden kuljettajien kohdalla. Myös syyt omaan ylinopeuteen olivat heidän mielestään vähemmän itsekkäitä. Yli puolet kuljettajista ja vielä suurempi osuus jalankulkijoista oli sitä mieltä, että nopeusrajoituksia tulee noudattaa kaikissa olosuhteissa. Molemmat haastatelluista ryhmistä arvioivat nykyisiä nopeusrajoituksia ylitettävän melko usein, etenkin moottoriteillä ja maanteillä taajamien ulkopuolella.

Korkeat ajonopeudet mainittiin myös kysyttäessä, millaisia paikkoja haastateltavat pitivät vaarallisina. Yli kolme viidennestä molemmista ryhmistä koki joutuvansa usein vaaratilanteisiin liikenteessä. Suunnilleen sama osuus piti suuria ajonopeuksia röyhkeinä ja aggressiivisina ja yli 85 % piti niitä vaarallisina.

Jalankulkijat pitivät tehokkaampina kuin kuljettajat suoraan kuljettajakäyttäytymiseen vaikuttavia toimenpiteitä, kuten poliisivalvontaa, töyssyjä ja nopeudenrajoittimia. Kuljettajat pitivät tehokkaina toimenpiteitä, jotka eivät suoraan vaikuta heidän ajokäyttäytymiseensä, kuten selkeästi merkittyjä nopeusrajoituksia, parempia tiemerkeitä ja parempaa tiedotusta nopeuksien ja onnettomuusriskin välisestä yhteydestä. Kuljettajien mielestä toimenpiteiden tehokkuus ja hyväksyttävyyys on suurempi, kun ne eivät vaikuta suoraan heidän käyttäytymiseensä.



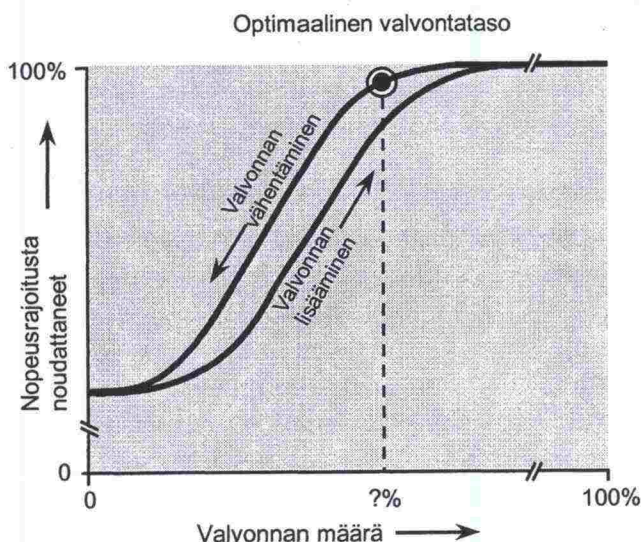
Molempien haastateltujen ryhmien enemmistö oli samaa mieltä lausuntojen kanssa, jotka painottivat pienempien ajonopeuksien etuja mukaan lukien elämänlaatua ja liikenneturvallisuutta koskevat lausunnot.

Kuljettajien ja muiden tienkäyttäjien haastattelut toivat selvästi esille tyytymättömyyden nykyisiin nopeuksiin taajamissa. Ilmapiiri ajonopeuksien alenemiselle on ainakin periaatteessa suotuisa, koska sillä parannetaan turvallisuutta ja taajamien elämän laatua yleensä. Tuloksia voidaan käyttää hyväksi myös ajonopeuksia ja turvallisuutta käsittelevien tiedotuskampanjoiden suunnittelussa.

#### 5.4 Nopeusvalvonta

Poliisin nopeusvalvonnan tarkoituksena on pitää todelliset ajonopeudet laillisina. Valvontatoimenpiteet voivat olla tehokkaita vain, jos kuljettajan kokema kiinni jäämisen todennäköisyys on suhteellisen suuri. Nopeusvalvonta erityisissä ongelmapaikoissa tai ongelmareiteillä voi merkittävästi alentaa ajonopeuksia. Nopeusvalvonnan vaikutus todellisiin ajonopeuksiin riippuu useista tekijöistä, esim. a) todellisesta nopeustasosta nopeusrajoitukseen verrattuna, b) valvonnan tehokkuudesta (kiinnijäämisriski), c) rangaistusjärjestelmästä ja d) toiminnan saamasta julkisuudesta.

Nopeusvalvonnan ja nopeusrajoitusten noudattamista kuvaa 'hystereesi'-tyyppinen kuvaaja (kuva 14).



Kuva 14. Hypoteettinen riippuvuus nopeusvalvonnan tason ja nopeusrajoitusten noudattamisen välillä (Oei 1998).

Perinteisen poliisin nopeusvalvonnan, jossa poliisi mittaa nopeudet tutkalla ja pysäyttää ylinopeutta ajaneet, tehokkuus on rajallinen sekä ajallisesti että



matkaan verrattuna. Tällainen nopeusvalvonta vaatii myös paljon resursseja eikä ole kovin tehokasta kustannuksiin verrattuna.

Nopeusvalvontakamerat ovat osoittautuneet tehokkaiksi ja taloudellisiksi mutta voivat vaatia myös paljon resursseja, jos laki edellyttää kuljettajan tunnistamista valokuvasta. Nykytekniikka tarjoaa useita suhteellisen halpoja ja tehokkaita keinoja nopeusvalvontaan edellyttäen, että kuljettajaa ei tarvitse tunnistaa vaan ajoneuvon haltijaa voidaan pitää vastuullisena. Esimerkki tällaisesta ratkaisusta on ajoneuvon asennettava elektroninen tunnistuslaite, jota voidaan käyttää myös muihin tarkoituksiin kuten tietullien tai pysäköintimaksujen keräämiseen. Nykyisin tällaisilla laitteilla ei luultavasti ole suuren yleisön tukea (*Oei 1998, van der Horst 1998*).

MASTER-projektia varten tehdyn kirjallisuustutkimuksen (*Oei 1998*) perusteella voidaan antaa joukko nopeusvalvontaa koskevia suosituksia, esim.:

- Tarvitaan tarkasti ja määrällisesti muotoillut poliittiset tavoitteet nopeuksien ja onnettomuusmäärien alentamiseksi.
- Koska nopeuksien kameravalvonta on tehokkaampaa kuin perinteinen nopeusvalvonta, suositellaan kameravalvontaa.
- Suositellaan auton haltijan pitämistä vastuullisena autolla tehdyistä rikkomuksista.
- Virhepistesysteemi saattaa lisätä valvonnan tehokkuutta.
- Jotta valvonta olisi yleisesti hyväksyttyä, on tärkeää, että sen tavoitteena on onnettomuuksien estäminen ja vähentäminen eikä rankaiseminen tai taloudellinen hyöty.
- Valvontaa tulisi aina edeltää ja se tulisi yhdistää tiedottamiseen ylinopeutta ajamisen vaaroista, valvontamenetelmästä ja saavutettavista vaikutuksista. Tämä vähentää runsasta sakkojen määrää valvonnan alkuvaiheissa. Tiedotus tulee suunnata tietyille kohderyhmille.
- Jos nopeusvalvontapaikka on valittu nopeuden ja turvallisuuden välisen yhteyden perusteella, ennakkovaroitus nopeudenvallonnasta toimii.
- Valvottaessa laajan verkon nopeuksia valvonnan suositellaan olevan satunnaista sekä paikaltaan että ajoitukseltaan (ennalta aavistamatonta). Ennakkovaroitusta ei tulisi olla paitsi julkista tiedotusta. Kuljettajille voidaan tiedottaa nopeuden mittauksen jälkeen siitä.
- Nykytekniikan, kuten esim. ylinopeutta ajavien ajoneuvojen rekisterinumeroiden automaattinen tallennus, lukeminen ja tunnistus, käyttö lisää valvonnan tehokkuutta. Nykytekniikan avulla voidaan lisätä valvonnan määrää.

## 5.5 Tiensuunnittelu

Erilaisten kuljettajaan liittyvien tekijöiden, kuten motivaatio, aiomukset, tunteet jne., lisäksi kuljettajien nopeudenvallintaan vaikuttavat myös tiensuunnittelu ja se kuinka kuljettaja ymmärtää tieympäristön. Näkyvä ympäristö antaa vihjeitä kuljettajalle sopivasta ajonopeudesta, joten tiet tulisi suunnitella sellaisia elementtejä käyttäen, jotka tukevat kuljettajaa oikeassa nopeudenvallinnassa (*Van der Horst 1998*).

Tiensuunnittelun ja ajonopeuksien välisestä riippuvuudesta tehtiin MASTER-projektissa neljä tutkimusta. Kirjallisuustutkimuksen (*Martens et al. 1997*) perusteella saatiin yleiskuva ajonopeuteen vaikuttavista tiensuunnittelun elementeistä. Toisessa tutkimuksessa Euroopan maissa tehtiin kysely kirjallisuusselvityksen perusteella valittujen erilaisten nopeudenalentamistoimenpiteiden vaikutuksista ajonopeuksiin (*Martens & Kaptein 1998*). Kolmannessa tutkimuksessa selvitettiin subjektiivisen tieluokittelun ja ajonopeuksien välistä yhteyttä. (*Kaptein & Claessens 1998*) Neljännessä tutkimuksessa selvitettiin, kuinka kuljettajat oppivat luokittelemaan teitä oikein tietämättä, mitkä suunnitteluelementit tuottivat tämän tiedon (*Kaptein et al. 1998*).

### 5.5.1 Kirjallisuustutkimus ja kysely

Kirjallisuustutkimuksessa (*Martens et al. 1997*) selvitettiin ajonopeuksien vallinnan kannalta olennaisia tiensuunnittelun elementtejä. Kyselyssä (*Martens & Kaptein 1998*), joka kohdistettiin eurooppalaisille tiehallinnon edustajille, selvitettiin heidän kokemuksiaan fyysisistä nopeudenalentamistoimenpiteistä ja pitivätkö kokemukset yhtä kirjallisuusselvityksen tulosten kanssa.

Tehokas tapa alentaa ajonopeuksia on sopeuttaa tien ulkonäkö siihen mieli-kuvaan, joka kuljettajalla on suositeltavasta ajonopeudesta tällä tiellä. Tällöin ylinopeutta ajaminen ei kuljettajien mielestä ole sopivaa eivätkä he tunne olevansa pakotettuja ajamaan alhaisella nopeudella vaan ajavat sopivalla nopeudella vapaaehtoisesti.

**Taajamissa** ja erityisesti asuinalueilla nopeuksia voidaan alentaa erilaisilla rakenteellisilla toimenpiteillä (töyssyt, ajoradan kavennukset ja linjauksen muutokset, kiertoliittymät, tärinäraidat sekä erilaiset ajoradan pintamateriaalit), jotka tulisi yleensä suunnitella koko katuosuuden tai alueen käsittäviksi kokonaisuuksiksi. Rakenteelliset toimenpiteet pakottavat usein pitämään nopeudet alhaisina. Kielteisinä sivuvaikutuksina voivat olla ajomukavuuden väheneminen alhaisilla nopeuksilla, äkkijarrutukset ja lisääntynyt melu.

**Maaseudun yksiajorataisilla teillä** nopeudenvallinnassa on suurimmat ha Jonnat ja myös onnettomuusasteet ovat tällaisilla teillä suuret. Tällaisilla teillä, joilla on suuret nopeudet, ajonopeuksia voidaan alentaa poikittaisilla tie-merkinnöillä tai täryviivoilla. Jos merkintöjen välimatka pienenee lähestyttä-



essä vaarallista kohtaa, ajonopeudet yleensä alenevat, koska kuljettaja tuntee kiihdyttävänsä. Profiloitunut reuna- ja keskiviivat saavat kuljettajat pysymään paremmin omalla kaistallansa, koska viivojen päällä ajaminen on epämiellyttävää. Nopeussuositukset saattavat toimia vaarapaikkojen merkeinä mutta johtavat ajonopeuksien alenemiseen vain, jos kuljettajat ymmärtävät, miksi paikka on vaarallinen.

Eräs tapa alentaa ajonopeuksia sekä taajamissa että niiden ulkopuolella on näkemien lyhentäminen. Tällöin kuljettajien epävarmuus lisääntyy ja saatuttaakseen paremman kuvan odotettavissa olevasta tiestä heidän täytyy alentaa nopeuksia. Näkemiä voidaan lyhentää lisäämällä kaarteiden määrää, pituuskaltevuutta, rakennuksia tai kasvillisuutta. Visuaalisen informaation lisääminen siten, että kulmanopeus ääreisnäkökentän rajoilla ylittää 2 radiaania (115°) sekunnissa, saattaa johtaa nopeuden alentamiseen, koska kuljettajat yrittävät välttää epämiellyttävää kokemaansa tilannetta. Näiden toimenpiteiden haittapuoleksi tulee myös muistaa ottaa huomioon. Jos kuljettajat eivät alennakaan nopeuttaan, ajoturvallisuus huononee. Näkemien huonontaminen tulisikin yhdistää esim. tiemerkintöihin tai äänimerkkeihin, jotka varoittavat kuljettajaa.

**Moottoriteillä** suunnittelustandardit ovat vaativimmat. Yleensä moottoriteillä käytetään suunnittelunopeutta, jota voidaan noudattaa hyvissä liikenne- ja keliolosuhteissa. Tien koko geometrinen suunnittelu perustuu tähän. Kuljettajat odottavat moottoriteiltä tiettyjä ominaisuuksia ja käyttäytyvät niiden mukaan. Muuttuvia liikennemerkkejä (esim. nopeusrajoitus, varoitus sumusta) käytetään yhä suuremmassa määrin ohjaamaan ja säätelemään liikennettä moottoriteillä.

Useimmat tiensuunnittelun tekijät johtavat suurimpiin nopeuksien alenemisiin, kun ne yhdistetään muihin toimenpiteisiin. Yhdistelyn seurauksena nopeuksien alenemiset voivat olla suurempia, koska toimenpiteet vahvistavat toisiaan.

Kaiken tyyppisillä teillä ajonopeuksia voidaan alentaa, jos kuljettajat pitävät suurilla nopeuksilla ajamista riskitehtävänä. Ihannetapauksessa kuljettajan kokeman (subjektiivisen) riskin tulisi olla saman suuruinen kuin todellinen (objektiivinen) riski tai vielä mieluummin olla suurempi kuin todellinen riski. Esim. ajokaistan kaventaminen luo mielikuvaa kapeammasta tiestä (lisää subjektiivista riskiä) mutta kun päälylysteen leveys pysyy ennallaan todellinen riski suistua tieltä ei kasva (objektiivinen riski pysyy ennallaan).

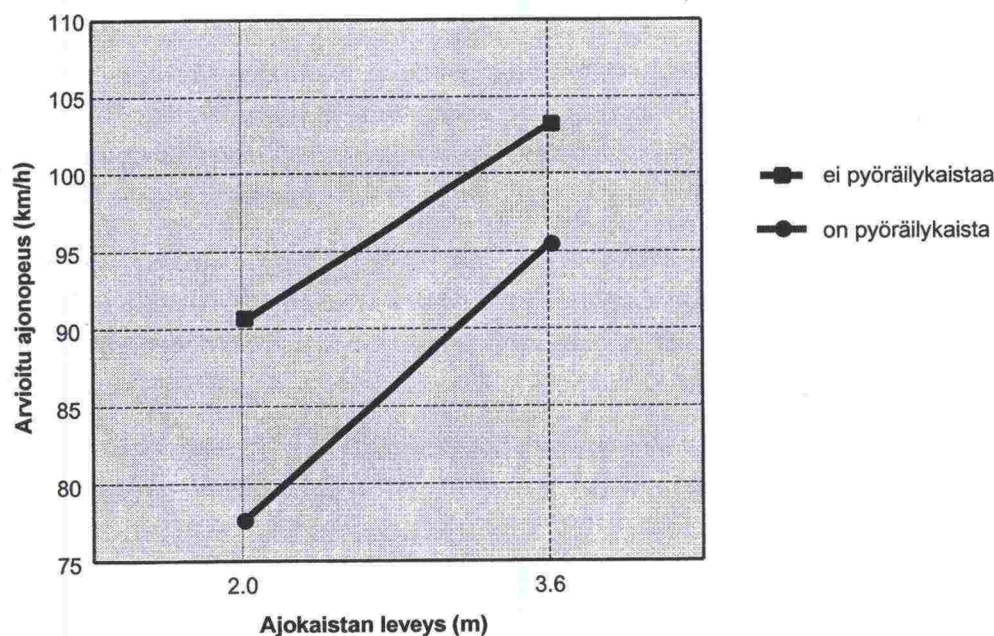
Eri Euroopan maiden tiehallinnoille suunnatussa fyysisiä nopeudenalentamiskeinoja koskevassa kyselyssä (Martens & Kaptein 1998) saatiin rajallinen määrä osin ristiriitaisia tuloksia. Tulosten perusteella erilaisilla toimenpiteillä on vaikutusta ajonopeuksiin ja parhaat tulokset saatiin yhdistämällä eri toimenpiteitä tietyille tieosalle. Kyselyn tulokset olivat samansuuntaisia kuin kirjallisuustutkimuksenkin.



### 5.5.2 Tieympäristöjen luokittelu

Kaptein et al. (1998) kehittivät menetelmän, jota voidaan käyttää tieluokkien kehittämiseksi nykyistä helpommin tunnistettaviksi. Luokittelun oppimista selvitettiin antamalla koehenkilöiden luokitella ensin abstraktia ympäristöä, jossa oli erilaisia perusmuotoja. Luokittelu opittiin tekemään kahden eri muodon perusteella. Kun kolmas lisättiin, luokitteluun käytettiin edelleen kahta eri muotoa.

Seuraavassa kokeessa testattiin kaistan leveyden, keskiviivan merkitsemistavan, tien pinnan värin, pyöräilykaistojen olemassa olon ja reunapaalujen vaikutusta tieluokitteluun. Tulokset olivat hyvin saman suuntaisia kuin abstraktien muotojen avulla tehdyissä kokeissa. Koehenkilöt käyttivät vain kahta helpoimmin opittavaa ominaisuutta tieluokan määrittelyyn eivätkä välittäneet kolmannelta. Yksinkertaistettuja tietyyppisiä näytettäessä koehenkilöt arvioivat ajonopeudekseen tällaisella tiellä keskimäärin 92 km/h. Keskiviivan merkitsemistapa (katkoviiva/jatkuva), tien pinta (vaalean/tumman harmaa) tai reunapaalut (on/ei) eivät vaikuttaneet arvioituihin ajonopeuksiin. Sekä ajokaistan leveys (2 tai 3,6 m) että punaiset pyöräilykaistat (on/ei) vaikuttivat selvästi arvioituihin ajonopeuksiin. Kapealla ajokaistalla ja pyöräilykaistalla varustetulla tiellä oli alimmat arvioidut ajonopeudet (kuva 15).



Kuva 15. Arvioidut ajonopeudet kahdella eri ajokaistan leveydellä ja punaisella pyöräilykaistalla varustetulla tiellä. (Kaptein et al. 1998)

### 5.5.3 Tien luokittelun vaikutukset ajonopeuksiin

Koska fyysiset toimenpiteet ainoastaan pakottavat kuljettajat alentamaan nopeutta eivätkä anna heidän valita sitä vapaaehtoisesti, parempi ratkaisu on suunnitella 'selkoteitä' (self-explaining road, SER). Tien suunnitteleminen

siten, että sen aiheuttama mielikuva oikeasta nopeudesta on linjassa nopeusrajoituksen kanssa, saa kuljettajat valitsemaan oikean nopeuden lähes automaattisesti. Selkotie-käsite tuo esiin liikenneympäristön, jossa turvallinen liikennekäyttäytyminen perustuu tien suunnitteluun. Sen vuoksi on tärkeää että tien käyttö on linjassa sen kanssa, miten kuljettajat luokittelevat nämä tiet. Nykyisin kuljettajien subjektiivinen tieluokittelu ei ole linjassa virallisten tieluokkien kanssa.

Selkotie-käsitteen mukaan tienkäyttäjät luokittelevat tien ulkonäön perusteella tiet eri luokkiin. Jokaisella tieluokalla on sille tyypillinen ulkonäkö, jonka kuljettaja kehittää kokemuksen myötä, joten yksittäisiä teitä ei tarvitse muistaa erikseen. Tultaessa tuntemattomalle tielle tietyt piirteet saavat kuljettajan luokittelemaan sen tiettyyn luokkaan (*Theeuwes & Diks 1995*).

Onnistunut tieluokittelu auttaa ennakoimaan mahdollisia tiellä eteen tulevia tilanteita riittävästi. Epäonnistunut luokittelu taas saa aikaan vääriä odotuksia, jotka saattavat johtaa virheellisiin käsityksiin sopivasta ajonopeudesta ja kasvattaa onnettomuusriskiä.

MASTER-projektissa tutkittiin ajosimulaattorin avulla kuljettajien tekemän tieluokituksen vaikutusta ajonopeuden valintaan (*Kaptein & Claessens 1998*). Kokeessa 48 kuljettajaa ajoi kolme kertaa 40 minuuttia ajosimulaattorilla. Tieverkko koostui neljää eri tieluokkaa (taulukko 2) olevista jaksoista ja tieluokat sisälsivät sekä nykyisten suunnitteluohjeiden mukaisia teitä että selkoteitä. Tiejaksojen pituus oli 1 300 m ja nopeudet mitattiin 800–1 100 m pitkiltä jaksoilta.

*Taulukko 2. Neljä Hollannissa virallista ajokokeissa käytettyä tieluokkaa. Kustakin tieluokasta on esitetty nopeusrajoitus ja mahdollinen muuntotyypin liikenne tiellä (Kaptein & Claessens 1998).*

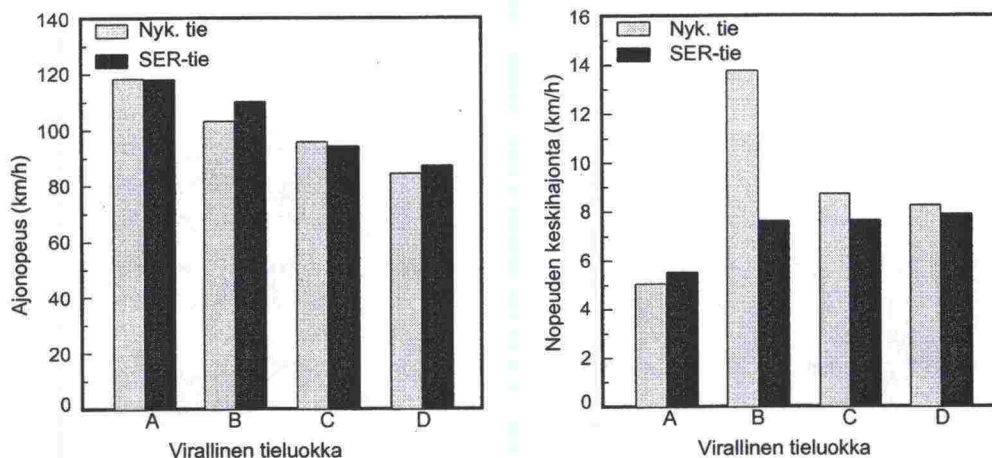
Tieluokka	Nopeusrajoitus	Pyöräilijöitä	Hitaita moottoriajoneuvoja	Vastaan tulevaa liikennettä	Risteävää liikennettä
A Moottoritie	120	–	–	–	–
B Moottoriliikennetie	100	–	–	+/-	+
C 80 km/h nopean liikenteen tie	80	–	+	+	+
D 80 km/h nopean sekä hitaan liikenteen tie	80	+	+	+	+

Nykyisiin tietyyppihin verrattuna koehenkilöt pystyivät luokittelemaan selkotien systemaattisemmin ja valitsemaan oikean ajonopeuden paremmin.

Korkealuokkaisemmilla teillä ajonopeudet valittiin keskimäärin suuremmiksi sekä nykysuunnittelun että selkotiesuunnittelun teillä. 100 km/h moottoriliikenneteistä SER-teillä koehenkilöiden nopeuskäyttäytyminen oli paremmin



linjassa suunnitellun ajonopeuden kanssa kuin nykysuunnittelun teillä. 120 km/h moottoriteillä tai 80 km/h teillä tällaista eroa ei havaittu, mutta suunnittelun yhdenmukaisuus tieluokkien sisällä johti yhtenäisempään nopeuskäyttäytymiseen (kuva 16).



Kuva 16. Tien suunnittelun vaikutus keskinopeuksiin ja nopeuksien keskihajontaan tieluokittain. Nyk. tie on nykysuunnittelun mukainen tie ja SER on selkotie-käsitteen mukaan suunniteltu tie (Kaptein & Claessens 1998).

#### 5.5.4 Päätelmiä

Tieluokka ja ajoympäristö vaikuttavat ilmeisesti kuljettajien nopeudenvailintaan. On myös tärkeää, että tien suunnittelun avulla annetaan oikea vaikutelma tieluokasta kuljettajille ja siten edistetään heidän oikeaa nopeudenvailintaansa. Käytännössä tieluokat tunnustetaan paljolti sellaisten ominaisuuksien kuin ajoratojen lukumäärä ja leveys, pinnan laatu ja suuntaus (horisontaalinen ja vertikaalinen profiili). Tutkimusten mukaan kuljettajat käyttävät subjektiiviseen tien luokitteluun vain muutamaa ominaisuutta, kuten ajo-kaistan leveyttä ja kevyen liikenteen järjestelyjä, eikä lisätiedon antamisesta muita ominaisuuksia muokkaamalla ole erityistä hyötyä. Onnistuneen luokittelun edellytyksenä on, että nämä avainominaisuudet antavat jatkuvasti johdonmukaista ja oikeaa tietoa tietypistä. Avainominaisuudet ovat niitä, joista kuljettajat helpoimmin oppivat erottamaan tieluokat toisistaan. Vain tietyt tien ominaisuudet, kuten kaistan leveys ja pyöräilykaistan olemassaolo vaikuttavat suoraan kuljettajien nopeudenvailintaan.

Jotta kuljettajilla olisi hyvät edellytykset valita olosuhteisiin sopiva ajonopeus, tulisi käyttää vain rajattua määrää selvästi toisistaan erottuvia tieluokkia. Tien suunnitteluelementtien tulisi johdonmukaisesti kuvastaa tieluokkaa ja siten edistää oikeaa nopeudenvailintaa. Nykyistä järjestelmällisemmällä suunnitteluelementtien mitoituksella voitaisiin lähentää toisiinsa kuljettajien subjektiivista käsitystä tieluokasta ja virallista luokittelua. Tällä tavalla voitaisiin ilmeisesti myös vähentää ajonopeuksien hajontaa.



## 6 UUDET NOPEUKSIEN HALLINNAN VÄLINEET

### 6.1 Taustaa

Kuljettajien nopeuskäyttäytyminen on keskeinen tieliikenteen turvallisuuteen vaikuttava tekijä. Nopeuksien valintaan vaikuttavat ajoympäristön ja tilannetekijöiden ohella kuljettajan halu noudattaa nopeusrajoituksia ja hänen ajotapansa. Haluun noudattaa nopeusrajoituksia vaikuttavat edelleen onnettomuuskokemukset ja koettu kiinnijäämisriski ylinopeudesta. Kuljettaja saattaa ajaa ylinopeutta myös alkoholin vaikutuksen alaisena tai kiireessä. Myös tietoisuus poliisin valvontakäytännöistä saattaa vaikuttaa nopeuden valintaan. Ylinopeuksien ohella liian suuret tilannenopeudet ovat yleisiä. Silloin kuljettajat eivät osaa ottaa ympäristö- ja tilannetekijöitä huomioon esimerkiksi lähestyessään risteystä, kaarretta tai tietyömaa-aluetta. Myös ns. vauhtisokeus voi yllättää, kun moottoritienopeudesta täytyy nopeus pudottaa alempien rajoitusten tai muuttuneen ajotilanteen vaatimalle tasolle (*Värhelyi 1998*).

Liikenneturvallisuustyössä pyritään luomaan kuljettajien ajotehtävää helpottavia ratkaisuja parempien teiden, kehittyneempien autojen ja kuljettajan ajotaitojen kohentamisen avulla. Nämä menetelmät eivät useinkaan ota huomioon sitä, että kuljettaja monasti ulosmittaa turvallisuustoimenpiteiden tuottaman potentiaalin hyödyn lisääntyneen turvallisuudentunteen aikaan saamalla suuremmalla ajonopeudella (*Värhelyi 1998*).

Autoteollisuus varustaa autot lisääntyvässä määrin erilaisin passiivisin ja aktiivisin turvallisuusvälinein, jotka ovat osoittaneet kontrolloiduissa olosuhteissa huomattavan tehokkaaksi. Täyttä varmuutta ei kaikkien turvallisuuden kohentamiseksi kehitettyjen välineiden liikenneturvallisuutta parantavasta vaikutuksesta normaalissa käytössä ei ole kuitenkaan saatu. Liian usein turvallisuusratkaisujen kehittäminen perustuu ajatukseen, että oikein informoitu kuljettaja käyttää saamansa tiedon oman ajoturvallisuutensa hyväksi. On kuitenkin yhtä hyvin mahdollista, että kuljettaja ulosmittaa helpottuneen ajotehtävän tuoman hyödyn ajamalla nopeammin. Ylinopeuksien eliminoimiseksi on vuosien saatossa tehty hyvin vähän. Edellä esiin tullut viittaakin siihen, että tarvitaan nopeudenhallintajärjestelmä, joka auttaa kuljettajaa sekä oikean nopeusinformaation saamisessa että vaikuttaa pitkäaikaisesti hänen nopeuskäyttäytymiseensä ja siten myös turvallisuuteen.

Tällä hetkellä kehitteillä on useita telemaattisia nopeudenhallintamenetelmiä, jotka mahdollistavat joustavan nopeudenhallinnan niin eri olosuhteissa kuin vaihtelevissa kohteissa, joissa nopeusrajoitusten noudattaminen on erityisen tärkeää. Tällaiset menetelmät voidaan toteuttaa joko ajoneuvon ja tieinfrastruktuurin väliseen kommunikointiin perustuvina tai sitten ns. stand-alone-järjestelminä, jolloin ajoneuvon oma sensorijärjestelmä huolehtii nopeudenhallinnasta. Eri tekniikoiden avulla voidaan (*Värhelyi 1998*):

- kertoa kuljettajille ajon aikana kulloinkin voimassa oleva nopeusrajoitus,
- antaa suosituksia ajonopeuksista eri olosuhteissa,
- varoittaa kuljettajaa ylinopeudesta tai liian suuresta tilannenopeudesta,
- taltioida ylinopeuksia sekä
- estää nopeusrajoituksen tai ajotilanteeseen nähden turvallisen nopeuden ylitys.

## 6.2 Perinteiset ja uudet nopeudenhallintamenetelmät

### 6.2.1 Kirjallisuusselvitys

Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin tehokkaimpia perinteisiä ja uusia, telemaattisia nopeudenhallintamenetelmiä. Tarkoituksena oli soveltaa nopeudenhallinnasta kertyneitä kokemuksia uudenlaisten nopeudenhallintamenetelmien kehitystyöhön kontrolloidussa simulaattoriympäristössä.

#### Perinteiset nopeudenhallintamenetelmät

Perinteisissä nopeudenhallintamenetelmissä on kehitetty tieympäristöä ja pyritty vaikuttamaan kuljettajiin valvonnan, tiedotuksen, valistuksen ja koulutuksen keinoin. Lähtökohtana kuljettajiin vaikuttamisessa liikennevalvonnan avulla on ollut otaksuma valvonnan kuljettajien vireystasoa ja koettua kiinnijäämisriskiä lisäävästä vaikutuksesta, jotka vähentäisivät rikkomuksia. Silloin myös turvallisuus kohenisi. Näkyvän valvonnan avulla nopeudet ovat laskeneet, mutta vaikutukset ovat olleet lyhytaikaisia niin ajalla kuin matkalla mitattuna (*Hauer et al., 1982, Östvik & Elvik 1990; Teed et al. 1993*).

Tiedotus- ja valistuskampanjat pyrkivät vaikuttamaan kuljettajien asenteisiin. Kampanjoiden onnistumiseen vaikuttavat Andersonin (1978) mukaan seuraavat tekijät:

- Kampanjan viestin vastaanottajan täytyy olla motivoitunut ottamaan viestin sisältämä sanoma vastaan,
- Sanoma on välitettävä selkeästi kohderyhmälle,
- Vastaanottajan täytyy omaksua sanoma ja muuttaa käyttäytymistään.

Monilta kampanjoilta nämä edellytykset ovat jääneet täyttymättä. Osittain tämä johtuu siitä, että kampanjoiden lähtökohtana on ollut oletamus, että asenteiden muuttumisen täytyy olla edellytyksenä käyttäytymisen muuttumiselle. Näin ei kuitenkaan ole, vaan tämän yhteyden on osoitettu olevan heikon (*Fishbein & Ajzen 1975*). Nopeuksiin vaikuttamiseen kohdistettujen tiedotus- ja valistuskampanjoiden heikon tehon on selitetty myös johtuvan siitä, että nopeuskäyttäytyminen on monimutkainen ilmiö, ja että kampanjoiden viestien kehotusten noudattaminen ei näytä tuovan yksittäiselle kuljettajalle selkeästi osoitettavia hyötyjä. Samoin kuin nopeusvalvonnan, niin kampan-



joidenkin vaikutukset ovat jääneet lyhytaikaisiksi (*Hydén & Persson 1996; Järmark 1992*).

Tiehen ja tieympäristöön tehtyjen muutosten on osoitettu vaikuttaneen pitkäaikaisesti kuljettajien käyttäytymiseen (*Russam 1979; Silcock & Walker 1982; Wright & Boyle 1987*). Vaikka vaikutukset ovat olleet pysyviä, niin niiden teho on useimmiten rajoittunut vain muutoskohtaan ja sen välittömään läheisyyteen. Lisäksi kuljettajat eivät hyväksy kaikkia toimenpiteitä. Tehokain keino hillitä nopeuksia taajamissa on rakentaa töyssyjä, kun taas tien poikkileikkaukseen tehdyt maalaukset ja tärinäraidat menettävät aikaa myöten vaikutuksensa. Jälkimmäiset keinot ovat tehokkaita alueilla, joilla tapahtuu usein onnettomuuksia, ja joissa kuljettajat eivät ilmeisesti liian suuren nopeuden vuoksi huomaa syntynyttä vaaratilannetta.

Yksittäisten toimenpiteiden kuten nopeussuositusten, varoitusmerkkien, portaalien, ajoradan kavennusten ja hidastusmutkien vaikutusten nopeuksiin on todettu olleen vähäisiä. Hidastusmutkat voivat toimia hyvinä nopeuden hidasteina, mutta niiden suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy olla huolellisia, jotta ei tarpeettomasti vaikeuteta raskaiden ajoneuvojen etenemistä. Kavennukset voivat niinkään olla tehokkaita, mutta vain vilkkaasti liikennöidyillä kaksisuuntaisilla ajoradoilla, joilla kavennukset toimivat kuljettajien varovaisuuden lisääjinä. Kavennukset voivat toisaalta myös muodostaa haasteen nk. urheilullisille kuljettajille mikäli niitä ei merkitä ja kuljettajia varoiteta kapenevista tienkohdista asianmukaisella tavalla. Kaiken kaikkiaan näyttää siltä, että katkaisemalla tien suoruuden jatkumo esimerkiksi pienillä kiertoliittymillä tai väistämisvelvollisuutta osoittavilla liikennemerkkeillä, nopeuksiin voidaan vaikuttaa, etenkin kun toimenpiteitä ei toteuteta yksinään. Varoitus- ja nopeussuositusmerkkien vaikutukset ovat olleet ristiriitaisia. Niiden käytöstäkään ei voitane luopua, koska ne kuitenkin kertovat tienkohdista, jotka ovat pysyvästi tai tilapäisesti vaarallisia ja edellyttävät nopeuden alenemista. Tiemerkintöjen vaikutuksia koskevien tutkimusten tulokset ovat niinkään ristiriitaisia ja joissakin olosuhteissa saattavat jopa lisätä ajonopeuksia sen vuoksi, että kuljettaja kykenee hahmottamaan tielinjauksen ”liian hyvin”.

Useiden perinteisten nopeuksienhallintamenetelmien on todettu toimivan hyvin yhdessä, vaikka yksittäisinä toimenpiteinä niiden vaikutukset olisivat osoitettu kyseenalaisiksi tai vähäisiksi (esim. *Pyne et al. 1995*). Nopeuksienhallintamenetelmät tulisivat toteuttaa osana yleisempää liikenteen turvallisuuden strategiaa, koska tätä kysymystä tulisi tarkastella koko liikennejärjestelmän hallinnan tasolla. On mahdollista, että erillisten nopeuksienhallintatoimenpiteiden toteuttaminen joillakin yksittäisillä teillä saattaa heijastua liikenteeseen toisaalla ja vain vaikuttaa onnettomuuksien siirtymiseen muualle, eikä kokonaisturvallisuus siten paranekaan.



### Uudet nopeudenhallintamenetelmät

Uusilla nopeudenhallintamenetelmillä tarkoitetaan telematiikan avulla toteutettuja keinoja vaikuttaa nopeuksiin. Nämä menetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. Informaatio- ja palautejärjestelmät pyrkivät vaikuttamaan kuljettajien nopeuden valintaan, mutta jättävät viime kädessä päätöksenteon hänelle:
  - muuttuvat nopeusrajoitusmerkit tien varressa,
  - nopeuspalauteaulut tien varressa,
  - ajoneuvon sisään välitetty tieto nopeusrajoituksesta ja
  - ajoneuvon sisään välitetty palaute liian suuresta tilannenopeudesta tai ylinopeudesta.
2. Ajonopeuden taltioivat järjestelmät:
  - automaattinen nopeusvalvonta ja
  - automaattinen nopeuden tallennin.
3. Nopeudenrajoittimet, jotka puuttuvat nopeuteen etukäteen annettujen kriteereiden mukaan ja estävät kuljettajaa ajamasta ylinopeutta:
  - ajoetäisyyden säädin (ACC; Adaptive Cruise Control),
  - kiinteä nopeudenrajoitin (Fixed speed limiter esim. kuorma-autot) tai vakionopeuden säädin (CR; Cruise Control) ja
  - nopeudenrajoitin.

Edellä kuvattujen kolmen järjestelmän vaikutukset ajonopeuksiin kuvataan seuraavassa lyhyesti.

*Muuttuvia nopeusrajoitusmerkkejä* käytetään yleensä vilkasliikenteisillä teillä parantamaan liikenteen sujuvuutta tai sitten heikoissa sää-/keliolosuhteissa alentamaan nopeuksia kohonneen onnettomuusriskin vuoksi. Näiden tehokkuudesta on saatu viitteitä useissa tutkimuksissa. Muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien tehokkuus on suurimmillaan, jos merkkeihin on samanaikaisesti liitetty varoitus tai kehoitus ajaa tilapäisesti alentunutta nopeutta. Toisaalta kuljettajat useimmiten laskevat nopeutta omaehtoisesti, kun ajo-olosuhteet heikentyvät. Näissä oloissa on vaara, että kuljettajat itse asiassa lisäävät nopeuttaan, jos alennettu nopeus on liian korkea olosuhteisiin nähden (Comte et al. 1997; Varhélyi 1998).

*Tienvarren nopeuspalauteaukua* voidaan käyttää antamaan palautetta nopeudesta yksittäiselle kuljettajalle esimerkiksi "Hidasta, nopeutesi on XX km/h" tai yleisenä nopeustietona esimerkiksi "Nopeusrajoituksia noudattaneiden autojen osuus oli eilen XX %". Ideana näiden tehokkuudessa ei ole palaute sinänsä, vaan viesti siitä, että autoilijat ovat mahdollisesti valvonnan kohteena. Taulujen vaikutus saattaa kuitenkin aikaa myöten heikentyä, kun autoilijat vähitellen oppivat, että niiden käyttöön ei liitykään nopeusvalvontaa.

Toisaalta on osoitettu, että kytkettäessä nopeuspalautetauluihin valvontaa, vaikutukset ovat olleet voimakkaita (Comte et al. 1997; Varhéliyi 1998).

*Autoon sisälle välitettävä ylimääräinen nopeustieto* käytetystä ajonopeudesta on tutkimusten mukaan antanut ristiriitaisia tuloksia. Tuulilasille heijastettu nopeusmittarin kuva (HUD = Head-up display), jolloin nopeustieto on jatkuvasti kuljettajan näkökentässä voi periaatteessa vähentää kuljettajan kuormitusta, koska kojelaudassa olevaan nopeusmittariin katsominen vie kuljettajalta keskimäärin 1,5 sekuntia aikaa ja saattaa joissakin tilanteissa lisätä onnettomuusriskiä. Toisaalta on mahdollista, että välitettäessä kuljettajalle jatkuvasti tieto nopeusrajoituksesta, nopeudet saattavat jopa kohota (Comte et al. 1997; Varhéliyi 1998).

*Autoon sisälle välitettävä palaute ylinopeudesta* voidaan tuottaa joko visuaalisesti tai puhesyntetisaattorin avulla. Ylinopeudesta annettua palautetta koskevat kokeilut ovat olleet rohkaisevia. Ylinopeutta ajaneiden ylinopeudet ovat yleensä laskeneet merkittävästi, kun palaute liian suuresta vauhdista on annettu. Erilaisia palautetekniikoita ja -järjestelmiä on kokeiltu, mutta vaikutukset eivät ole olleet kaikilla järjestelmillä hyviä. Lisäksi kaikki kuljettajat eivät hyväksy ylinopeudesta tuotettavaa palautetta. Edelleen ylinopeudesta autoon sisälle välitetyn palautteen pitkäaikaisvaikutuksia ei tunneta (Comte et al. 1997; Varhéliyi 1998).

*Automaattinen nopeusvalvonta* on osoittautunut tehokkaammaksi kuin perinteinen nopeusvalvonta. Lisäksi se lisää valvonnan objektiivisuutta. Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että automaattinen valvonta lisää nopeusrajoitusten noudattamista. Automaattisen nopeusvalvonnan tehokkuutta voitaisiin vielä lisätä, mikäli auton omistaja/haltija voitaisiin saattaa vastuuseen rekisteröidyistä rikkomuksista sen sijaan, että kuljettaja täytyy tunnistaa valvontalaitteiston ottamasta valokuvasta (Oei, 1998; Comte et al. 1997; Varhéliyi 1998).

*Ajonopeuden rekisteröintilaitte* tallentaa mm. käytetyn nopeuden ja matkajan. USA:ssa tehdyissä kokeissa poliisiautoon asennetuilla laitteilla saatiin hyviä tuloksia jo 1970-luvulla. Nopeudet alenivat niin hälytystehtävissä kuin normaalissa partioinnissa ja henkilövahinko-onnettomuudet hävisivät käytännöllisesti katsoen kokonaan. Kuljettajille annettiin jatkuvaa palautetta heidän ajamiensa autojen rekisteröintilaitteiden tiedoista. Alussa laitteiden tuloa vastustettiin, mutta vähitellen ne hyväksyttiin hyödyllisinä ja niitä pidettiin olennaisena turvavarusteena poliisiautoissa (Larson et al. 1980; Varhéliyi 1998).

*Ajoetäisyyden rajoitin (ACC; Adaptive Cruise Control)* auttaa kuljettajaa pitämään yllä halutun nopeuden pyrkien säilyttämään etäisyyden edellä ajavaan autoon turvallisena. Toiminto voi olla automaattinen tai antaa kuljettajalle palautetta liian lähellä ajamisesta. Laitte ei ole varsinaisesti nopeudenrajoitin mutta auttaa nopeuden harmonisoinnissa edellä kulkeviin autoihin



nähdessä. ACC ei havaitse ajoradalla olevia esteitä eikä sen jarrutuskapasiteetti ole kaikkia vaaratilanteita silmällä pitäen riittävä, jolloin kuljettajan on kyettävä itse puuttumaan laitteen toimintaan. Lisäksi laite toimii rajoitetulla nopeusalueella. On lisäksi mahdollista, että laite saattaa pitkään käytettynä vaikuttaa kuljettajien ajokykyä heikentävästi (Comte et al. 1997; Varhélyi 1998).

Ajoneuvokohtaiset nopeudenrajoittimet (Fixed speed limiter) ovat nykyään pakollisia raskaissa kuorma-autoissa useissa Euroopan maissa. Rajoittimet estävät 5–10 km/h suuremman ajoneuvokohtaisen nopeuden (80 km/h tai 90 km/h maasta riippuen) ylityksen (Draskóczy & Moscári 1997).

Nopeudenrajoittimet (Speed limiter) voivat olla manuaalisia tai automaattisia. Kuljettajalla on mahdollisuus aktivoida laite ja kytkeä se pois päältä. Laitteen toimiessa automaattisena se ottaa huomioon kulloinkin vallitsevan nopeusrajoituksen. Nopeudenrajoittimet on tarkoitettu pakollisiksi laitteiksi ja ne saavat signaalin auton ulkopuolelta esim. nopeusrajoitusmerkkeihin kytkeytyistä lähettimistä tai GPS-laitteiden avulla (Global Positioning System). Jotta nopeudenrajoittimet olisivat tehokkaita, ne täytyy saada automaattisiksi ja pakollisiksi. Mikäli nopeudenrajoittimet asennetaan kaikkiin autoihin, niillä on mahdollista eliminoida käytännössä kaikki ylinopeudet. Tämä merkitsisi sitä, että henkilövahinko-onnettomuudet saataisiin vähenemään 19 % – 34 % (Varhélyi 1996; Comte et al. 1997; Varhélyi 1998).

### 6.2.2 Simulaattorikokeet

Kirjallisuuskatsauksen perusteella MASTER-projektissa tehtiin joukko simulaattorikokeita, joissa vertailtiin perinteisten ja uusien nopeudenhallintamenetelmien vaikutuksia kuljettajien ajotapaan. Vertailun kohteiksi otettiin parhaina pidetyt perinteiset ja uudet menetelmät. Näitä olivat:

- tien poikkileikkaukseen asennetut tärinäraidat,
- tien viereen asennetut nopeussuositusmerkit,
- autoon asennettu monitori, johon välitettiin nopeussuositustietoa ja
- nopeudenrajoitin.

Nopeudenhallintamenetelmien vaikutuksia testattiin 30 koehenkilöllä eri tyyppisissä kaarteissa (säde 100 tai 200 m).

Tulokset osoittivat, että nopeudenrajoitin oli ylivoimainen nopeuden alentamisessa muihin menetelmiin verrattuna, mutta myös vähiten pidetty koehenkilöiden keskuudessa. Toisaalta myös kaikki nopeudesta palautetta tuottavat menetelmät alensivat nopeuksia tehokkaasti eli keskimäärin noin 6 km/h. Tutkimuksessa ei kuitenkaan voitu selvittää palautetta tuottavien menetelmien vaikutusten kestoa ajalla tai matkalla mitattaessa. Huolimatta menetelmien uutuudesta, niiden ei todettu millään tavalla häiritsevän kuljettajan ajotehtävää.

## 6.3 Nopeudenrajoitin

### 6.3.1 Simulaattorikokeet

Nopeudenrajoittimen toimintaa testattiin ja vertailtiin muihin nopeudenhallintamenetelmiin vielä erillisellä simulaattoritutkimuksella (*Comte 1998b, Várhelyi 1998*). Vertaillut menetelmät olivat:

*Nopeussuositusmenetelmä* (Advisory system) kertoi kuljettajalle jatkuvasti voimassaolevan nopeusrajoituksen ja antoi lisäksi kriittisissä kohteissa (kaarre) tai olosuhteissa (sumu) vielä suosituksen sopivasta nopeudesta kyseisessä tilanteessa. Tieto välitettiin kuljettajalle auton kojelautaan asennetulla monitorilla.

*Nopeudenrajoitin* rajoitti automaattisesti auton nopeutta kulloisenkin rajoituksen mukaan.

*Dynaaminen ("älykäs") nopeudenrajoitin* rajoitti nopeutta edellisen lisäksi olosuhteiden mukaan. Kuljettajan lähestyessä kaarretta järjestelmä ensin välitti tiedon oikeasta nopeudesta ja sitten tarvittaessa rajoitti nopeuden sen mukaiseksi. Sama toistui myös sumussa ajettaessa.

Järjestelmän vaikutuksia testattiin eri tietyyteillä. Kokeiden tärkeimmät tulokset voidaan tiivistää seuraavasti:

Tulokset olivat odotusten mukaisia. Nopeudenrajoittimet leikkasivat tehokkaasti korkeimmat nopeudet, joita esiintyi erityisesti taajama-alueilla. Tästä hyötyivät erityisesti alueet, joilla oli paljon kevyttä liikennettä ja samoin kaarreajo muuttui turvallisemmaksi. Taajama-alueilla nopeussuositusmenetelmä ei osoittautunut tehokkaaksi. Sen sijaan kriittisissä tilanteissa ja olosuhteissa nopeussuositusmenetelmä osoittautui lähes yhtä tehokkaaksi kuin dynaaminen nopeudenrajoitin. Nopeudenrajoittimilla ajavat pitivät jonkin verran lyhyempiä etäisyyksiä edellä ajaviin kuin liikkuessaan ilman rajoitinta. Edelleen nopeudenrajoitintilanteissa esiintyi enemmän onnettomuuksia, mikä viittaa siihen, että kuljettajat jättivät vastuun nopeudenrajoittimelle. Toisaalta samaa ei havaittu dynaamisen nopeudenrajoittimen käytössä. Testatut nopeudenhallintamenetelmät eivät lisänneet kuljettajien kuormitusta ajon aikana. Kuljettajat pitivät nopeussuositusmenetelmistä enemmän kuin nopeudenrajoittimista, joskin rajoittimien suosio lisääntyi, kun koehenkilöille kertyi niistä kokemuksia.

### 6.3.2 Kenttäkokeet

Seuraavassa vaiheessa nopeudenrajoitinta kokeiltiin kenttäolosuhteissa. Kenttäkokeissa käytettiin instrumentoitua autoa, jossa mittalaitteet olivat piilossa kuljettajilta. Koealueet käsittivät pääasiassa taajama- ja suurkaupunkialueiden väylästä sekä hieman taajamien ulkopuolisia reittejä Ruotsissa,



Hollannissa ja Espanjassa. Kokeisiin sisältyivät useimmat käytössä olevat nopeusrajoitustyypit Euroopassa.

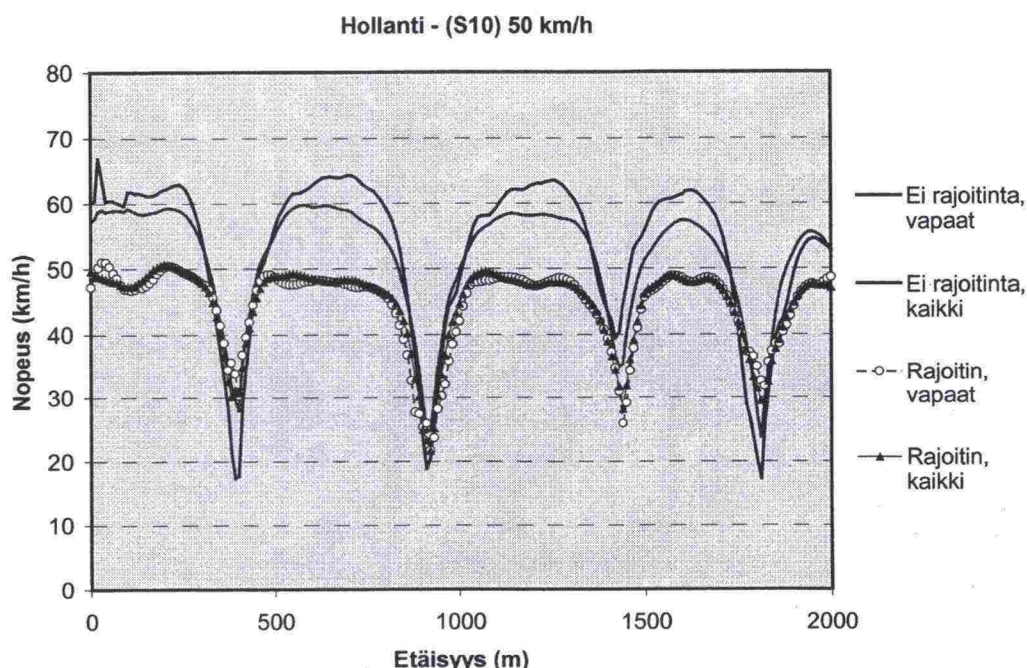
Tulokset olivat samankaltaisia kuin simulaattorikokeissakin. Rajoitin alensi tehokkaasti nopeuksia kaikissa olosuhteissa, erityisesti taajama-alueilla ja silloin kun kuljettajilla oli mahdollisuus valita vapaasti nopeatensa (taulukko 3).

*Taulukko 3. Keskinopeudet, rajoittimen vaikutus keskinopeuksiin ja -hajontaan nopeusrajoituksen mukaan nopeusrajoittimen ollessa kytkettynä päälle (+) tai pois (-) tilanteissa, joissa kuljettajat voivat vapaasti (vapaa) valita nopeatensa ja kaikissa ajotilanteissa (kaikki) sekä osuus ajasta, joka ajettiin rajoittimen rajoittaessa nopeutta.*

Rajoi- tus	Keskinopeus, km/h				Vaikutus keski- nopeuksiin		Vaikutus keski- hajontoihin		Osuus (%) ajasta, joka ajettiin rajoitin toiminnassa
	Kaikki		Vapaa		Kaikki	Vapaa	Kaikki	Vapaa	
	+	–	+	–					
30	25,2	27,2	26,6	28,1	–2,0	–1,5	–1,4	–1,5	19
40	38,7	54,8	48,2	75,6	–16,1	–27,4	–7,2	+1,0	40
50	39,9	43,0	41,7	46,0	–3,0	–4,3	–1,8	–0,3	15
60	55,5	62,4	57,8	70,3	–6,9	–12,5	–6,4	–5,1	26
70	66,3	70,6	66,4	70,8	–4,3	–4,4	–3,9	–4,1	22
80	69,7	67,3	72,0	70,7	+2,4	+1,4	–1,3	–1,6	11
90	69,4	71,3	72,6	77,1	–1,9	–4,5	+4,0	–6,1	10
120	102,8	102,3	102,9	106,6	+0,5	–3,7	–2,1	–0,4	15 *)

\*) Myös 110 km/h rajoitus

Nopeudenrajoittimen vaikutukset näkyivät selkein keskinopeuksien ja -hajontojen alenemisina useissa kriittisissä kohteissa kuten liittymiä lähestyttäessä, käännyttyäessä risteyksissä ja risteysten läpi ajettaessa (kuva 17).



Kuva 17. Keskinopeudet nopeudenrajoittimen ollessa toiminnassa ja pois kytkettynä 50 km/h nopeusrajoitusalueella kaikissa ajotilanteissa ja tilanteissa, joissa kuljettajat voivat valita vapaasti nopeutensa ajettaessa neljän risteyksen läpi (Värhelyi et al. 1998).

Nopeudenrajoitin vaikutti kaikkien koekuljettajien ajamiseen; toisilla jokseenkin aina ja joillakin vain toisinaan. Matka-ajat lisääntyivät 2,5 % – 8,9%. Toisin kuin simulaattorikokeessa, etäisyydet edellä ajaviin lisääntyivät hieman taajamissa, mutta taajamien ulkopuolella oli havaittavissa lievä päinvastainen tendenssi. Käyttäytyminen kevyen liikenteen edustajia kohtaan ei muuttunut rajoitin päällä ajettaessa.

Kuljettajat pitivät rajoitin päällä ajamista jonkin verran turhauttavana. Kuljettajat toivoivat lisäksi voivansa kiihdyttää nopeutta tarvittaessa kriittisissä tilanteissa. Nopeudenrajoitinta pidettiin hyödyllisenä silloin, kun se on kaikissa autoissa. Lisäksi rajoitinta pidettiin tehokkaana taajan asutuilla alueilla. Koeajojen jälkeen vastaajista 30 % oli sitä mieltä, että nopeudenrajoitin tulisi olla pakollinen kaikissa autoissa.

Tutkimusten tulokset ovat parhaiten yleistettävissä olosuhteisiin, joissa ajaminen tapahtuu kaupunkimaisissa olosuhteissa. Kokeissa kuljettajat eivät suurten liikennemäärien vuoksi voineet ajaa kuin aivan lyhyitä jaksoja vapaasti nopeutensa valiten taajamien ulkopuolella. Lisäksi tulokset kertovat vain nopeudenrajoittimen lyhytaikaisista vaikutuksista



## 7 NOPEUDENHALLINNAN MENETELMIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

### 7.1 Arviointikriteerit

Tässä kappaleessa kuvataan ja arvioidaan käytössä olevat ja potentiaalit nopeudenhallinnan menetelmät ja välineet lyhyesti seuraavien seikkojen suhteen:

1. Nopeudenhallinnan menetelmän/välineen kuvaus
2. Vaikutukset nopeuksiin
3. Muut merkittävät vaikutukset
4. Kustannukset ja hyödyt
5. Muu tärkeä tieto.

Esitys perustuu pääosin seuraaviin MASTER-raportteihin: *Comte et al. (1997)*, *Draskóczy & Moscári (1997)*, *Martens et al. (1997)*, *Martens & Kaptein (1998)*, *Oei (1998)*, *Risser & Lehner (1998)*, *Robertson et al. (1998)*, *Robertson & Ward (1998)*, *Várhelyi et al. (1998)* *Allsop (1998)*, *van der Horst (1998)* ja *Várhelyi (1998)*.

### 7.2 Informaatio ja lainsäädäntö

#### 7.2.1 Nopeusrajoitukset

Kuvaus: Nopeusrajoitusmerkein osoitetut suurimmat sallitut nopeudet.

Vaikutukset nopeuksiin: Nopeuksienhallinta perustuu kaikkialla nopeusrajoituksiin. Tutkimukset osoittivat, että siirryttäessä vapaista nopeuksista nopeusrajoitusjärjestelmään 1970-luvulla järjestelmä alensi ajonopeuksia ja vähensi onnettomuuksien määriä. Huolimatta siitä, että suuri osa ajoneuvoista ylittää nopeusrajoitukset, niillä on silti huomattava vaikutus tieliikenteen turvallisuuteen.

Muut merkittävät vaikutukset: Nopeustason alenemista seuraa myös päästöjen, melutason ja ajoneuvojen käyttökustannusten aleneminen. Toisaalta aikakustannukset nousevat. Lisäksi taajama-alueilla häkä- ja hiukkaspäästöt voivat lisääntyä, kun nopeudet alenevat.

Kustannustehokkuus: Nopeusrajoitusjärjestelmän rakentamisen ja ylläpidon kustannukset ovat vähäiset verrattuna hyötyihin. Suurin kustannuserä on kohonneet aikakustannukset.

Muuta: Alennettaessa nopeusrajoituksia taajamien ulkopuolella 20 km/h, keskinopeudet laskevat tavallisesti 3–8 km/h (*Ranta & Kallberg 1996*). Vastaavaan vaikutukseen päästään todennäköisesti myös taajama-alueilla. Kun

nopeusrajoituksia tuetaan muilla toimenpiteillä kuten tiehen tehtävillä toimenpiteillä tai lisäämällä valvontaa, voidaan vaikutuksia vielä tehostaa.

### 7.2.2 Muuttuvat nopeusrajoitukset

Kuvaus: Nopeusrajoitukset, joita voidaan muuttaa sää- tie- ja liikenneolosuhteiden mukaan tavallisesti kauko-ohjauksella.

Vaikutukset nopeuksiin: Muuttuvilla nopeusrajoituksilla saadaan aikaan pieni mutta merkittävä keskinopeuksien ja -hajonnan aleneminen kriittisissä olosuhteissa. Nopeuksien aleneminen saadaan aikaan olosuhteissa, joissa kuljettajat muutenkin alentaisivat nopeuksiaan, mutta muuttuvat nopeusrajoitukset tehostavat tätä muutosta.

Muut merkittävät vaikutukset: Lisää nopeusrajoitusjärjestelmän uskottavuutta, koska nopeusrajoituksia voidaan joustavasti muuttaa olosuhteiden mukaan.

Kustannustehokkuus: Huomattavat asennus- ja ylläpitokustannukset. Jos muuttuvia nopeusrajoituksia sovelletaan siten, että nopeuksia pyritään laskemaan huonoissa olosuhteissa, niin hyödyt ylittävät kustannukset. Jos toisaalta muuttuvia nopeusrajoituksia sovelletaan siten, että hyvissä ajo-olosuhteissa nopeusrajoituksia nostetaan, niin silloin hyödyt jäävät kustannuksia pienemmiksi.

Muuta: Kuljettajat hyväksyvät muuttuvat nopeusrajoitukset, mikä saattaa lisätä niiden noudattamista. Jos muuttuvien nopeusrajoitusten järjestelmää käytetään hyvissä olosuhteissa rajoitusten nostamiseen, niin onnettomuusriski saattaa kohota.

Teknologia muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöön ottamiseksi on olemassa. Tällä hetkellä Suomessa käytössä oleva talvinopeusrajoitusjärjestelmä on niinikään eräs muoto muuttuvista nopeusrajoituksista.

Muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien yhteydessä käytettyjen informaatiotaulujen standardisointi vaatii vielä työtä, koska yli rajojen tapahtuva liikenne lisääntyy, ja informaatio tarjoillaan pääosin tekstimuodossa. Tämän vuoksi symbolien käyttö on suositeltavaa ja kansainvälisten standardien luominen näille symboleille. Tässä aloite kuluu tienpitäjille eri maissa. Lisäksi, jotta järjestelmän joustavuutta voidaan lisätä, tarvitaan kansallista lainsäädäntötyötä ennen kuin se on mahdollista.

### 7.2.3 Ajoneuvo- ja kuljettajakohtaiset nopeusrajoitukset

Kuvaus: Suurin sallittu nopeus tietyille ajoneuvotyypeille kuten kuorma-autoille, henkilö- tai pakettiautoille, jotka vetävät peräkärryä, mopedeille tai



uusille kuljettajille. Nämä nopeusrajoitukset eivät kuitenkaan salli ajamista nopeammin kuin ko. kohdalla oleva muu nopeusrajoitus.

Vaikutukset nopeuksiin: Todennäköisesti sama vaikutus kuin kiinteillä paikkakohtaisilla nopeusrajoituksilla. Vaikka suuri osa kuljettajista ylittääkin ajoneuvo- tai kuljettajakohtaisen nopeusrajoituksen, niin näillä rajoituksilla on tärkeä merkitys nopeuksien alentamisessa.

Muuta liikennettä tai tienkohdan nopeusrajoitusta alhaisemmalla nopeudella liikkueensa erityisrajoituksin kulkevat lisäävät nopeuksien hajontaa liikennevirrassa.

Muut merkittävät vaikutukset: Alentuneet käyttökustannukset ja lisääntyneet aikakustannukset.

Kustannustehokkuus: Alhaiset kustannukset järjestelmän käyttöönotolle ja ylläpidolle. Kustannustehokkuus on tuntematon.

Muuta: Kuorma-autojen nopeusrajoitukset ovat perusteltuja, koska raskaiden ajoneuvojen jarrutusmatkat ovat selvästi pidemmät kuin henkilöautoilla.

#### 7.2.4 Rangaistusjärjestelmät

Kuvaus: Viranomaisten toimenpiteet, joilla puututaan ylinopeusrikkomuksiin.

Vaikutukset nopeuksiin: Ei ole osoitettu selkeää riippuvuutta rangaistusten ankaruuden ja seuraavan nopeuskäyttäytymisen välillä. Näyttää siltä, että nopeuksiin vaikuttamisessa tärkeämpää kuin rangaistuksen ankaruus on kiinnijäämisen todennäköisyys. On myös oletettavaa, että toistuvista ylinopeusrikkomuksista määrääjäksi peruutettu ajokortti on tehokas keino nopeuksiin vaikuttamisessa.

Kameravalvonnan tehokkuus ylinopeuksien torjunnassa saattaa riippua myös siitä lainsäädännöstä, jonka puitteissa valvontaa toteutetaan. Käytäntö, jossa ajoneuvon kuljettaja/haltija on viime kädessä vastuussa rikkomuksesta, voi olla tehokkaampi kuin käytäntö, joka edellyttää ajoneuvon kuljettajan tunnistamista laitteiston ottamasta valokuvasta.

Muut merkittävät vaikutukset: Rikkomusten käsittely on monasti vaivalloista ja aikaa vievää.

Kustannustehokkuus: Automaattinen nopeusvalvonta ja rikkomusten automaattinen käsittely lisäisi huomattavasti kameravalvonnan kustannustehokkuutta. Tämä kuitenkin edellyttää automaattisessa nopeusvalvonnassa omistaja-/haltijavastuuseen siirtymistä.

Muuta: Tällä hetkellä on olemassa tekniset ratkaisut automaattisen valvonnan huomattavaan kehittämiseen. Esteenä on lainsäädännön jääminen jälkeen teknisestä kehityksestä.

### 7.2.5 Enimmäisnopeussuositukset

Kuvaus: Kiinteät tienvarteen asennettavat nopeussuositusmerkit, jotka antavat suositukset suurimmasta turvallisesta nopeudesta (osoitettua nopeusrajoitusta alhaisempi nopeus) vaarallisissa tai standardeista poikkeavissa tienkohdissa kuten kaarteissa ja liittymissä.

Vaikutukset nopeuksiin: On osoitettu, että enimmäisnopeuden suosituksilla on pieniä vaikutuksia nopeuksiin välittömästi merkkien asentamisen jälkeen. Vaikutukset kuitenkin vähenevät aikaa myöten. Vaikutukset ovat pienempiä kuin vastaavan suuruksilla nopeusrajoituksilla.

Muut merkittävät vaikutukset: -

Kustannustehokkuus: Järjestelmän asentamis- ja ylläpitokustannukset pienet. Siten pienilläkin nopeusvaikutuksilla järjestelmän kustannustehokkuus saadaan hyväksi. On kuitenkin todennäköistä, että nopeussuositusten käyttö kohteissa, joita autoilijat eivät miellä nopeussuositusten osoittamaan alhaisempaa nopeutta vaativiksi voi heikentää järjestelmän kustannustehokkuutta.

Muuta: Autoilijat yleensä hyväksyvät nopeussuositukset vaikka eivät välttämättä noudata niitä.

### 7.2.6 Ajoneuvoon sisään tuotettava informaatio

Kuvaus: Jatkuva ajoneuvopäätteelle tuotettava nopeusrajoitustieto.

Vaikutukset nopeuksiin: Tuskin merkittävää vaikutusta.

Muut merkittävät vaikutukset: Ajoneuvopääte voi kuormittaa kuljettajaa vaativissa ajotilanteissa, mikä voi lisätä onnettomuusriskiä.

Kustannustehokkuus: Huono. Ajoneuvopääte nostaa auton hintaa. Lisäksi tiedon siirtäminen ajoneuvopäätteelle lisää infrastruktuurin kustannuksia.

Muuta: Kuljettajien hyväksymä ratkaisu. Teknologia on olemassa ja joitakin prototyyppejä on jo käyttökokeissa.

### 7.2.7 Tienvarren palautetaulut

Kuvaus: Tienvarsitaulujen palaute nopeuksista voi olla joko suoraan tietyn kuljettajan nopeutta koskevaa tyyliin "Hidasta, nopeutesi oli xx km/h" tai sit-



ten kollektiivista, jolloin välitetään tieto siitä, miten alueella yleensä ajetaan esimerkiksi "Eilen nopeusrajoitusta noudatti xx % kuljettajista".

Vaikutukset nopeuksiin: Nopeuspalautteella on ollut voimakas paikallisesti rajattu vaikutus. Vaikutus perustuu siihen, että tauluihin on ikään kuin sisäänrakennettuna viesti, että alueella valvotaan nopeuksia. Vaikutus on kuitenkin aikaa myöten vähentynyt, kun autoilijat ovat havainneet, ettei niihin liity poliisin nopeusvalvontaa. Kollektiivinen palaute on lisäksi osoittautunut vähemmän tehokkaaksi kuin kuljettajakohtainen palaute.

Muut merkittävät vaikutukset: -

Kustannustehokkuus: Tienvarsitaulut ovat melko halpoja. Tämän vuoksi niillä saattaa olla hyvä kustannustehokkuus vaarallisissa kohteissa. Kuljettajakohtainen palaute on kustannustehokkuudeltaan todennäköisesti kollektiivista parempi.

Muuta: Oletettavasti kuljettajat hyväksyvät myös tällaisen palautetiedon käyttämisen nopeushallinnassa. Paikallisesti rajatun vaikutuksen vuoksi suositellaan sellaisiin ongelmakohteisiin, joissa nopeusrikkomukset ovat yleisiä.

### 7.2.8 Ajoneuvoon sisään tuotettava palaute

Kuvaus: Kuljettajakohtainen palaute, joka välitetään ajoneuvopäätteelle. Tieto voi olla edellä kerrotun mukaan pelkkää informaatiota tai sitten palautetta ajonopeudesta, joka sisältää varoituksen nopeuden noustessa yli suurimman sallitun. Palaute voidaan antaa myös kuuloaistin kautta verbaalisena tai muuna varoituksena.

Vaikutukset nopeuksiin: Tutkimuksissa ajoneuvoon sisään välitetyn palautteen on todettu vähentävän ylinopeuksia jopa 50 %.

Muut merkittävät vaikutukset: Ajoneuvopäätteen kautta tuotettu informaatio voi kuormittaa kuljettajaa ja siten häiritä ajotehtävää.

Kustannustehokkuus: Korkeat kustannukset (infra + päätte), jotka jakautuvat ajoneuvon omistajan (päätte) ja tienpitäjän (infra) kesken.

Muuta: Kuljettajat hyväksyvät informaation ja palautteen käytön nopeuden hallinnassa. Palautteen tulee olla välitön ja osoittaa miten kuljettaja on menetellyt. Kuuloaistin kautta on helpompi välittää tietoa ja se kuormittaa kuljettajaa todennäköisesti vähemmän kuin ajoneuvopäätteelle tuotettava tekstimuodossa oleva tieto. Välitön palaute tulisikin olla kuulo- tai tuntoaistin kautta tapahtuvaa, jolloin nopeampi reagointi on mahdollista. Silloin kun tilanteessa ei ole kiire, palaute voidaan välittää myös tekstimuodossa. Tekniikka palautteen välittämiseksi on olemassa, mutta ei vielä kaupallisina tuotteina.

### 7.2.9 STOP-säännökset

Kuvaus: Nelihaaraliittymissä taajama-alueilla käytetty STOP-merkki, yksi jo-  
kaisessa haarassa, jolloin joka suunnasta tuleva auto joutuu pysähtymään  
ennen risteyksen ylittämistä.

Vaikutukset nopeuksiin: Huomattava nopeuksia alentava vaikutus.

Muut merkittävät vaikutukset: Lukuisiin tutkimuksiin perustuvan meta-  
analyysin mukaan (*Elvik et al. 1997*) nelihaara-STOP-liittymissä onnetto-  
muuksien määrä on alentunut 40 %–49 %. Toisaalta aika-, melu- ja päästö-  
kustannukset lisääntyvät.

Kustannustehokkuus: Alhaiset asennus- ja ylläpitokustannukset yhdessä  
merkittävien nopeusalenemien kanssa saavat aikaan hyvän kustannuste-  
hokkuuden.

Muuta: Kuljettajien hyväksymä ratkaisu (*Hyden 1981*). Merkin noudattami-  
nen vähenee hieman ajan myötä (*Trafikbyrån 1988*).

### 7.2.10 Koulutus- ja informaatiokampanjat

Kuvaus: Informaatiokampanjat joukkotiedotusvälineissä ja kouluissa an-  
nettava opetus liiallisen nopeuden aiheuttamista riskeistä.

Vaikutukset nopeuksiin: On vain vähän näyttöä siitä, että informaatio- ja tur-  
vallisuuskampanjoilla voidaan vaikuttaa kuljettajien nopeuskäyttäytymiseen.  
Osittain tämä kytkeytyy siihen, että vaikutusten mittaaminen on vaikeaa.  
Toisaalta tämä merkinne myös sitä, että vaikutukset eivät voi olla kovin suu-  
ria, mutta toisaalta kumulatiivisia, vähittäin kasautuvia vaikutuksia ei voi pois  
sulkeakaan.

On yleisesti tunnustettu, että liikennevalistuksen, johon myös nopeuksista  
tiedottaminen kuuluu, on välttämätöntä liikennejärjestelmien toiminnalle. Li-  
säksi tiedottaminen voi vahvistaa muiden toimenpiteiden kuten nopeusval-  
vonnan vaikutuksia.

Muut merkittävät vaikutukset: Tiedottaminen voi vahvistaa liikenneturvalli-  
suustyön asemaa yleensä poliittisessa päätöksenteossa. Lisääntynyt kiin-  
nostus ja tietoisuus liikenteen ongelmista saattaa siten tuoda lisää resurs-  
seja ja sen myötä parempia tuloksia liikenneturvallisuustyöhön.

Kustannustehokkuus: Kustannusten mittaaminen on suhteellisen helppoa,  
mutta vaikutusten mittaaminen on vaikeaa ja vaikutukset saattavatkin näkyä  
vasta kaukana tulevaisuudessa.

Muuta: Tiedotusta ja valistusta tarjotaan yleislääkkeenä kaikkiin liikennetur-  
vallisuuden ongelmiin. Ratkaisu on helppo, koska sitä ei yleensä vastusta



kukaan. Toisaalta vaikutuksia ei saada mitattavasti näkyviin lyhyellä aikavälillä. Nopeuskäyttäytyminen ei tee tässä poikkeusta.

### 7.3 Tietekniset toimenpiteet

#### 7.3.1 Töyssyt

Kuvaus: Tien poikkileikkaukseen asennettu kohouma, joka on yleensä 7 cm–15 cm korkea ja muodoltaan pyöristetty tai kulmikas. Töyssyjä käytetään taajama-alueilla tukemaan paikallisia nopeusrajoituksia, jotka eivät ylitä 40 km/h.

Vaikutukset nopeuksiin: Töyssyt rakennetaan korkeuden, pituuden ja muodon suhteen sellaisiksi, että kyseisissä kohteissa keskinopeus saadaan halutun suuruiseksi, esimerkiksi 30 km/h. Lisäksi säätelemällä töyssyjen etäisyyksiä esim. maksimissaan 70 metriä, saadaan nopeudet töyssyjen välissä pysymään lähellä tasoa, joka on töyssyjen kohdalla.

Muut merkittävät vaikutukset: Koetaan epämukaviksi vaikka ajettaisiinkin nopeusrajoituksen mukaan. Töyssyt saattavat lisätä melua ja päästöjä erityisesti kohteissa, joissa töyssyjen etäisyydet ovat niin pitkiä, että niiden välissä tapahtuu selkeää kiihdyttämistä. Töyssyt pitäisi osoittaa selkeästi liikennemerkein, jotta vahingossa niihin liian nopeasti ajettaessa ei vaurioitettaisi autoa. Lisäksi töyssyt saattavat siirtää ajamista muille reiteille, jolloin niillä ei kokonaisuutena asiaa tarkasteltaessa saada onnettomuuksia vähenemään.

Kustannustehokkuus: Töyssyjen kustannustehokkuus riippuu aikaan saatusta nopeusvaikutuksesta. Kohteissa, joissa nopeudet ovat alkujaan alhaiset, ei voida odottaa kovin suuria vaikutuksia verrattuna kohteisiin, joissa ajetaan nopeammin. Lisäksi töyssyistä saadaan suurempi hyöty vilkasliikenteisillä väylillä kuin vähän liikennöidyissä kohteissa.

Muuta: Paikalliset asukkaat hyväksyvät töyssyt, kun taas osa kuljettajista, jotka liikkuvat alueella vastustaa töyssyjä. Töyssyillä ei pitäisi kattaa pitkiä tiejaksoja, koska se heikentää töyssyjen hyväksyttävyyttä ja vaikutuksia.

#### 7.3.2 Poikittaisurat (käänteiset töyssyt)

Kuvaus: Poikittaisurissa sovelletaan töyssyjen ideaa käänteisenä. Urien tulee olla sellaisia, ettei niihin pääse kertymään vettä.

Vaikutukset nopeuksiin: Urat vaikuttavat niinikään voimakkaasti nopeuksiin.

Muut merkittävät vaikutukset: Onnettomuusvaikutukset riippuvat nopeuksien alenemisen suuruudesta. Autossa olijat kokevat urat epämiellyttäväksi. Lisäksi melu ja päästöt lisääntyvät. Samoin urat voivat siirtää liikennettä muille

väylille, jolloin myös onnettomuudet siirtyvät näille reiteille. Urien ylläpito-kustannukset ovat suhteellisen korkeat.

Kustannustehokkuus: Hyöty riippuu nopeusvaikutusten suuruudesta.

Muuta: Sovellusalue on laajempi kuin töyssyillä ja soveltuu siten myös pääväylille, jossa on raskasta liikennettä, joskin vaikutukset kohdistunevat pääosin henkilöautoihin. Urien hyväksyttävyys on alhaisempi kuin töyssyjen.

### 7.3.3 Tien kavennukset ja sivusiirtymät

Kuvaus: Tien kaventaminen fysikaalisesti tai mutkien rakentaminen siten, että suurilla nopeuksilla ajaminen vaikeutuu. Tietä voidaan kaventaa paitsi rakentamalla se kapeaksi erilaisin rakentein, ajoratamerkinnoin ja kasvillisuuden avulla siten, että näkemät lyhenevät tai ajoradasta saadaan muuten vaikutelma, että se on kapea. Näitä menetelmiä käytetään tavallisesti 50 km/h alueilla.

Vaikutukset nopeuksiin: Vaikutukset vaihtelevat ratkaisusta, toteutustavasta ja vallinneesta nopeustasosta riippuen.

Muut merkittävät vaikutukset: Jos ajorataa kavennetaan liikaa, on vaara, että vastakkaisista suunnista lähestyvät autot kilpailevat siitä kumpi ehtii kapeikkoon ensin, mikä luonnollisesti lisää onnettomuusriskiä. Myös nämä ratkaisut voivat saada kuljettajat muuttamaan ajoreittiiään, jolloin onnettomuudet saattavat siirtyä muualle.

Kustannustehokkuus: Kustannustehokkuus riippuu aikaan saatavan nopeusmuutoksen suuruudesta. Tähän taas vaikuttavat toteutetut ratkaisut ja niitä edeltävä nopeustaso. Myös liikennemäärät vaikuttavat toimenpiteestä saatavaan hyötyyn.

Muuta: Käytettävissä ei ole yleisiä ohjeita tai standardeja tiekavennusten suunnitteluun. Tämän vuoksi ei ole tarkkaan tiedossa, minkälaisia vaikutuksia eri ratkaisuilla saadaan aikaan.

### 7.3.4 Kiertoliittymät

Kuvaus: Liittymätyyppi, joka katkaisee suoran tien jatkumon ja pakottaa autoilijat hidastamaan nopeutta liittymään saavuttaessa. Liittymässä ajavilla on yleensä etuajo-oikeus sinne saapuviin nähden, millä on myös nopeuksia hyljitsevä vaikutus. Kieroliittymät muuttavat onnettomuustyyppijakaumaa siten, että tavanomaisissa liittymissä monasti tuhoisat 90 asteen kulmassa tapahtuvat kylvikolarit eliminoituvat lähes kokonaan.

Kiertoliittymiä on keskiympyrän halkaisijan koon suhteen erilaisia ja ne voivat vaihdella muutamasta metristä kymmeneen metreiin. Pienissä kiertoliittymis-



sä keskisaareke on rakennettu siten, että yhdistelmäajoneuvoilla on mahdollisuus ajaa osittain saarekkeen päältä ja siten hieman oikaista liittymän läpi ajettaessa.

Vaikutukset nopeuksiin: Erityisesti pienet kiertoliittymät alentavat tehokkaasti liittymän läpiajonopeuksia. Vaikutuksen suuruus riippuu lähinnä siitä paljonko sivuttaiskiertoa liittymä aiheuttaa verrattuna suoraanajotilanteeseen ja ennen liittymää vallinneesta nopeustasosta, johon puolestaan vaikuttavat liittymien väliset etäisyydet.

Muut merkittävät vaikutukset: Kiertoliittymät vähentävät kokonaisodotusajkoja, melutasoa ja päästöjä verrattuna valo-ohjattuihin liittymiin tiettyyn liikennemäärään saakka. Toisaalta liikennemäärien ollessa alhaiset, kiertoliittymät voivat taas lisätä yllämainittuja kustannuksia. Onnettomuudet voivat siirtyä muille teille, mikäli kiertoliittymät saavat kuljettajat muuttamaan ajoreittejään.

Kustannustehokkuus: Riippuu saavutetusta nopeusalenemasta, mihin vaikuttaa ennen liittymän rakentamista vallinnut nopeustaso. Samoin liittymään johtavien väylien liikennemäärät vaikuttavat kustannustehokkuuteen.

Muuta: Kiertoliittymiä rakennettaessa kevyen liikenteen tarpeet tulisi ottaa huomioon, jotta välttyttäisiin kevyen liikenteen onnettomuuksien lisääntymiseltä.

### 7.3.5 Taajamaportit

Kuvaus: Rakenteet ja toimenpiteet, joilla ilmaistaan taajamaan saapuminen siten, että nopeudet saadaan vastaamaan taajamaolosuhteita. Toimenpiteitä voi olla monenlaisia kuten tien kaventaminen fyysisesti tai muilla toimenpiteillä, keskisaarekkeiden rakentamisella, ajoratamerkinnoilla tai ajoradan pinnan muutoksin.

Vaikutukset nopeuksiin: Vaikutukset vaihtelevat ja riippuvat paljon menetelmästä ja toteutustavasta. Esimerkkejä löytyy sekä hyvistä että huonoista ratkaisuista.

Muut merkittävät vaikutukset: Taajamiin tuloa korostavat ratkaisut suuntaavat kuljettajan huomiota yleensäkin niihin vaatimuksiin, joita taajamaolosuhteissa ajaminen edellyttää.

Kustannustehokkuus: Riippuu nopeusalenemasta, joka puolestaan riippuu toteutetusta ratkaisusta.

Muuta: Vaikutukset ovat paikallisia ja muita tukevia ratkaisuja tarvitaan mikäli tarkoitus on saada aikaan vaikutus, joka kestää koko taajama-alueen läpiajoajan.

### 7.3.6 Tiemerkinnot

Kuvaus: Horisontaaliset, tavallisesti maalatut merkinnot, joilla rajataan ajorata ja ajokaistat ja erotetaan ne tien piennaralueesta. Tiemerkinnoilla voidaan välittää vaikutelmaa nopeudesta ja osoittaa kriittisiä tienkohtia, kuten tuoda esiin kaarteiden jyrkkyys.

Vaikutukset nopeuksiin: Kavennettaessa tiemerkinnoilla ajokaistaa nopeudet yleensä laskevat. Vaikutukset ovat todennäköisesti suurempia alemmalla tieverkolla kuin pääteillä. Kaarteiden vaarallisuuden tai poikkeavuuden korostaminen ajoratamaalauksilla toimii aluksi tehokkaasti, mutta aikaa myöten vaikutukset vähenevät.

Muut merkittävät vaikutukset: Ajokaistojen kaventaminen kaarteissa tiemerkinnoilla lisää erityisesti raskaan liikenteen taipumusta oikaista näissä kohteissa, mikä voi kasvattaa kevyen liikenteen onnettomuusriskiä.

Kustannustehokkuus: Tiemerkinnotien maalaus kustannukset ovat yleensä alhaiset, mikä tuottaa hyvän kustannustehokkuuden. Toisaalta tiemerkinnotien nopeusvaikutukset eivät ole yksiselitteisiä ja riippuvat paljon tieolosuhteista ja käytetyistä merkinnoista.

Muuta: Tiemerkinnotien käyttö visuaalisten tehosteiden muodossa todennäköisesti aikaa myöten vähentää niiden vaikutuksia.

### 7.3.7 Tärinäraidat ja muut tienpinnan käsittelymenetelmät

Kuvaus: Tärinäraidat ovat tien poikkileikkaussuuntaan asennettuja profiloituja merkinnotia, joiden etäisyys toisistaan vähenee ajosuunnassa. Ne saavat aikaan ääni- ja tärinäefektin, jotka antavat vaikutelman nopeudesta ja havahduttavat kuljettajan. Niitä käytetään tavallisesti varoittamaan kuljettajia liittymään saapumisesta. Myös muita tien pintakäsittelymuotoja käytetään, kuten esimerkiksi karheutettua tienpintaa, ja niillä on sama tehtävä kuin tärinäraidoilla: havahduttaa kuljettajaa kriittiseen kohtaan saapumisesta. Käyttökohteita voivat olla myös piennaralueet. Lisäksi tärinäefektiä käytetään tien reunaviivoissa viestittämään kuljettajalle, että hän on ajautumassa pois tieltä.

Vaikutukset nopeuksiin: Risteystä lähestyttäessä tärinäraidat saavat nopeudet alenemaan. Myös karhennutulla tienpinnalla voidaan saada nopeudet alenemaan. Toisenlaiset pintamateriaalit kuten laattapäällysteet taajama-alueilla saavat niinkään nopeudet putoamaan. Profiloituilla reuna- ja kaistaviivoilla on saatu sulkuviivarikkomuksia vähenemään, mutta niiden nopeusvaikutuksista ei ole varmaa tietoa.

Muut merkittävät vaikutukset: Tärinäraidoilla ja niihin verrattavilla ratkaisuilla on meluhaittoja, jotka ovat kiusallisia etenkin asutuksen läheisyydessä. Toi-



saalta karkeat päällystemateriaalit ovat huokoisia, jolloin niiden veden läpäisykyky on hyvä, ja vesiliirron vaara väheneekin tällaisilla pinoilla ajettaessa.

Kustannustehokkuus: Kustannustehokkuus on todennäköisesti hyvä useimmissa kohteissa. Kokonaisten ajokaistojen karhentamisen vaikutuksista ei olla niinkään varmoja. Kivi- ja laattapinnoitteet ovat kalliita eivätkä todennäköisesti kustannuksiin nähden kovin hyödyllisiä muuta kuin kohteissa, missä niiden visuaaliselle vaikutelmalle pannaan erityistä painoa.

Muuta: Kun käytetään karhennettuja pintarakenteita, on varmistauduttava, että niillä on hyvät kitkaominaisuudet.

Myös tärinäraitojen vaikutus voi heiketä aikaa myöten, jos niitä käytetään alueilla, joilla on paljon työmatka- ja muuta toistuvaa liikennettä, jolloin kuljettajat tottuvat niihin.

### 7.3.8 Näkemät ja visuaalinen ohjaus

Kuvaus: Lyhentyneet näkemät lisäävät kuljettajan epävarmuutta siitä mitä edessä on. Tämä saa kuljettajan laskemaan nopeuttaan. Erilaisia rakenteita kuten aitoja ja muita näkemäesteitä voidaan käyttää lyhentämään näkemiä erityisesti taajaan asutuilla alueilla. Näkemien pidentäminen puolestaan lisää nopeutta. Näkemiä voidaan pidentää taajama-alueiden ulkopuolella ajorata-merkintöjen ja reunapaalujen avulla, jotka auttavat kuljettajaa hahmottamaan tielinjan pimeällä.

Vaikutukset nopeuksiin: Liittymäalueiden näkemien lyhentäminen todennäköisesti laskee nopeuksia etuajo-oikeutetuissa suunnissa. Pidentyneet näkemät johtavat nopeuksien nousuun etenkin alemman luokan teillä.

Muut merkittävät vaikutukset: -

Kustannustehokkuus: Näkemien voimakas pidentäminen ei välttämättä ole kustannustehokkuudeltaan hyvä ratkaisu alemman tieluokan teillä.

Muuta: Kuljettajat pitävät näkemän lisäämisestä ja paremmasta visuaalisesta ohjauksesta, koska se helpottaa ajotehtävää pimeään aikaan.

Ei ole varmuutta siitä saadaanko lyhentyneillä näkemillä riittävästi nopeuksia alas, jotta onnettomuudet vähenisivät merkittävästi. Joka tapauksessa onnettomuuksien vakavuusaste vähenee, mikäli lyhemmillä näkemillä saadaan nopeudet laskemaan.

### 7.3.9 Liikenteen rauhoittaminen – 'Traffic calming'

Kuvaus: Termi 'Traffic calming' tarkoittaa erityisesti taajama-alueilla sellaisia tiejaksoja tai erillisiä alueita koskevia integroituja toimenpiteitä, joilla pyritään

hillitsemään ja alentamaan nopeuksia. Tällaisia toimia ovat mm. tien sulkeminen läpiajolta, ajoradan yksisuuntaistaminen ja tiehierarkian uudelleenjärjestely.

Vaikutukset nopeuksiin: Vaikutukset nopeuksiin ovat monasti voimakkaita riippuen käytetyistä menetelmistä ja ennen toimenpiteitä vallinneesta nopeustasosta.

Muut merkittävät vaikutukset: Saattaa vaikuttaa kuljettajien reitinvalintaan ja siten vain siirtää onnettomuuksia muualle. Alentaa melutasoa ja lisää alueen viihtyisyyttä.

Kustannustehokkuus: Riippuu toimenpiteiden laadusta ja siitä miten paljon huomiota on kiinnitetty maisemointiin.

Muuta: Asukkaiden tuki helppo saada toimenpiteille, mutta osa toimenpiteistä esim. tien sulkeminen voi ärsyttää autoilijoita.

### 7.3.10 Ympäristöön sopeutetut läpikulkutiet

Kuvaus: Ympäristöön sopeutetuilla teillä pyritään vaikuttamaan nopeuksiin taajama-alueilla tieympäristöä uudelleen muotoilemalla siten, että fyysisten muutosten ohella visuaalinen vaikutelma väylästä muuttuu ja saa kuljettajat alentamaan nopeuksia. Myös tässä yhteydessä toteutetaan useita toimenpiteitä kuten rakennetaan taajama-alueelle saapumista ilmaisevia portteja, tärinäraitoja, hidastusmutkia, kavennuksia, keskisaarekkeita, pieniä kierto-liittymiä ja muutetaan ajoradan pinnan materiaaleja sekä väritystä.

Vaikutukset nopeuksiin: Merkittävät vaikutukset jopa 15 km/h nopeuden alenemiseen saakka.

Muut merkittävät vaikutukset: Kevyen liikenteen osallisten turvallisuus parane. Tehdyn meta-analyysin mukaan tällaiset toimenpiteet ovat vähentäneet henkilövahinko-onnettomuuksien määriä jopa 30–50 % (Elvik et al. 1997). Kuljettajat saattavat kompensoida näiden toimenpiteiden vaikutuksia ajamalla vastaavasti muualla nopeammin. Aikakustannukset lisääntyvät.

Kustannustehokkuus: Melko suuret rakennuskustannukset. Vaikutukset riippuvat siitä, miten suuri onnettomuusvähenemä saadaan aikaan.

Muuta: Alueen asukkaat ja muuta siellä toimivat pitävät näistä ratkaisuista, mutta autoilijat puolestaan voivat kokea ne negatiivisina.

### 7.3.11 Selkotiet – 'Self-explaining roads'

Kuvaus: Selkotie tarkoittaa väylää, joka on suunniteltu siten, että kuljettaja kykenee hahmottamaan tien oikealla tavalla, mikä sitten puolestaan edistää turvallisen nopeuden valintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tiet



suunnitellaan ja rakennetaan siten, että kullakin tieluokalla on sille ominaiset piirteet, jotka autoilijat kykenevät tunnistamaan.

Vaikutukset nopeuksiin: Selkotiet vähentävät ainakin nopeuksien hajontaa. Muutokset, joita vaaditaan tieluokkien toisistaan erottamiseksi voivat sekä nostaa että laskea kyseisten teiden keskinopeuksia. Toisaalta, mikäli keskinopeudet nousevat tien parannusten myötä, se ei välttämättä lisää onnettomuusriskiä.

Muut merkittävät vaikutukset: Voidaan olettaa, että selkotiet lisäävät turvallisuutta vaikuttamalla nopeuden ohella myös muihin käyttäytymisen muotoihin esimerkiksi lisäämällä liikennetilanteiden ennustettavuutta. Onkin odotettavissa, että selkoteiden positiiviset turvallisuusvaikutukset tulevat muuta kautta kuin nopeusmuutoksista.

Kustannustehokkuus: Vaikuttaa tehokkaasti nopeuksien hajontaa alentavasti. Tiemuutosten kustannukset voivat nousta korkeiksi. Kustannuksia voidaan jakaa, mikäli ne toteutetaan vähitellen ja normaalien tieparannustoimenpiteiden yhteydessä.

Muuta: Lupaava lähestymistapa pitkän aikavälin tieverkon kehittämistoimenpiteenä.

## **7.4 Menetelmät, joilla puututaan kuljettajan ajonopeuteen**

### **7.4.1 Perinteinen nopeusvalvonta**

Kuvaus: Tutkan (mikroaalto- tai lasertutka) käyttöön perustuva nopeusvalvonta, jossa poliisipartio jakautuu mittaavaan ja pysäyttävään yksikköön. Valvonta voidaan toteuttaa näkyvänä, osittain näkyvänä tai kokonaan piilossa siten, että vain pysäytyspartio on näkyvissä.

Vaikutukset nopeuksiin: Valvonnan vaikutus nopeuksiin on hetkellisesti voimakas. Vaikutukset häviävät pian poliisipartion poistuttua paikalta. Kestävien vaikutusten aikaan saaminen vaatii valvonnan toistoa samoissa kohteissa. Valvonnan vaikutusta voidaan tehostaa mikäli se toteutetaan niin, että kuljettajien on vaikea ennakoida valvonnan tarkkaa aikaa ja paikkaa.

Muut merkittävät vaikutukset: Valvonta vaatii melko paljon henkilöresursseja ja on mahdollista, että näitä resursseja voidaan käyttää tehokkaammin muussa poliisityössä.

Kustannustehokkuus: Perinteisen nopeusvalvonnan kustannukset ovat korkeat ja vaikutukset melko vähäiset.

Muuta: Nopeusvalvonta hyväksytään yleisesti. Salainen valvonta aiheuttaa joskus negatiivisia reaktioita autoilijoiden keskuudessa.

#### 7.4.2 Automaattinen nopeusvalvonta

Kuvaus: Valvontatyyppi, jossa ylinopeuksien rekisteröinti ja rikkomukseen tehneen auton rekisteritunnus (kuljettajan kuva) taltioidaan tietokoneen ja kameran avulla automaattisesti. Rikkomuksen tehnyttä kuljettajaa ei pysäytetä paikalla, vaan auton haltijaan/omistajaan otetaan yhteyttä poliisin toimesta myöhemmin. NykYTEKNIKALLA olisi mahdollista toteuttaa automaattinen nopeusvalvonta huomattavasti tehokkaammin.

Vaikutukset nopeuksiin: Vähentää voimakkaasti ylinopeuksien määrää mutta vaikutus rajoittuu useimmiten valvontakohteen lähistölle. Vaikutuksia voidaan tehostaa ketjuttamalla valvontapylviä ja kierrättämällä rikkomusten rekisteröimislaitteistoa pylvästä toiseen. Informoimalla kuljettajia valvontaluEesta ja tuottamalla heille palautetta käytetystä ajonopeudesta valvontaluEella, kameravalvonnan vaikutuksia voidaan vielä tehostaa.

Valvontalaitteet täytyy pitää keskimäärin 12 tuntia toiminnassa viiden päivän valvontajaksoa kohti, jotta kuljettajat saadaan noudattamaan rajoituksia hyvin.

Muut merkittävät vaikutukset: Automaattinen nopeusvalvonta on objektiivista: kaikki etukäteen säädetyn nopeuden ylittävät ajoneuvot valokuvataan. Kuvien käsittely ja yhteydenotto ajoneuvojen haltijoihin vaatii useissa tapauksissa melko paljon työtä.

Kustannustehokkuus: Kustannustehokkuus paljon parempi kuin tavanomaisella tutkavalvonnalla. Automaattisen nopeusvalvonnan tehokkuutta voidaan vielä lisätä, mikäli voitaisiin siirtyä haltija-vastuuseen, jolloin auton haltija/omistaja olisi suoraan vastuussa rikkomuksesta eikä poliisin tarvitsisi yrittää löytää ajajaa.

Muuta: Kameravalvonta on yleisesti hyväksytty valvontamuoto.

#### 7.4.3 Adaptiivinen ajonopeuden säädin – 'Adaptive Cruise Control (ACC)'

Kuvaus: Adaptiivinen ajonopeuden säädin (ACC) on edelleen kehitetty version vakionopeussäätimestä, ja se säätää auton etäisyyden edellä ajavaan vakioiseksi. Se voi reagoida myös nopeusrajoituksiin, mutta ei välttämättä estä kuljettajaa ajamasta ylinopeutta.

Vaikutukset nopeuksiin: Vähentää liikennevirrassa nopeuksien hajontaa. Voi lisätä ajonopeutta kuljettajien lisääntyneen turvallisuudentunteen kautta.

Muut merkittävät vaikutukset: Voi vähentää kuljettajien tilannetajua, mikä saattaa lisätä onnettomuusriskiä.



Kustannustehokkuus: Kustannustehokkuus heikompia kuin ajoneuvokohtaisilla nopeudenrajoittimilla.

Muuta: ACC ei ole nopeudenrajoitin vaan mukavuusvaruste ja se toimii vain tietyllä nopeatuella. Lisäksi ACC ei estä peräänajoja, vaan kuljettajan on viime kädessä huolehdittava jarrutuksesta ja auton pysäyttämisestä.

#### 7.4.4 Nopeudenrajoitin

Kuvaus: Nopeudenrajoitin estää kuljettajaa ylittämästä suurinta sallittua nopeatuuta. Tieto vallitsevasta nopeatuusrajoituksesta voidaan välittää kuljettajalle nopeatuusrajoitusmerkkeihin kiinnitettyjen lähettimien avulla tai sitten satelliittipaikannusjärjestelmän avulla. Jälkimmäinen keino mahdollistaa käytännössä myös muunlaisen ajo-olosuhteisiin liittyvän nopeatuustiedon välittämiseen auttoon sisälle tai muuhun kuin kiinteisiin nopeatuusrajoituksiin perustuvan nopeatuudensäätelyn.

Vaikutukset nopeatuuksiin: Estää nopeatuusten ylittämisen käytännöllisesti katsoen kokonaan. Vähentää myös nopeatuusten hajontaa.

Muut merkittävät vaikutukset: Voi lisätä vaarallisia käyttäytymispiirteitä liikenteessä kuten lyhentää ajoetäisyyksiä, lyhentää hyväksyttyjä aikavälejä risteysajossa, heikentää reaktioaikaa jarrutuksissa, voi vähentää lisäksi kevyen liikenteen huomioon ottamista ja alentaa vireystilaa.

Kustannustehokkuus: Mikäli kaikki autot varustetaan nopeudenrajoittimella, kustannukset ovat melko korkeat. Toisaalta myös saatavat hyödyt olisivat suuret.

Muuta: Nopeudenrajoittimen hyväksyttävyyden vaihtelee eri maissa. Noin joka kolmas kuljettaja hyväksyy pakollisen nopeudenrajoittimen ja 60 % hyväksyy nopeudenrajoittimen, jonka kontrolli on kuljettajalla. Nopeudenrajoitinta pidetään hyväksyttävämpänä taajama- kuin taajamien ulkopuolella tapahtuvassa ajamisessa. Nopeudenrajoittimen vähittäinen yleistuminen voi aiheuttaa ongelmia.

Harvalla muulla nopeudenhallintatoimenpiteellä on niin suuri turvallisuuspotentiaali kuin nopeudenrajoittimella.

#### 7.5 Yhdysvaikutukset

Monia edellä esitellyistä nopeudenhallinnan välineistä sovelletaan yhdessä paikallisten olosuhteiden ja ongelmien mukaan. Liikenteen rauhoittaminen (Traffic calming) on tyypillinen tällainen menetelmä. Ajatuksena tällaisten menetelmien käytössä on se, että niitä sovelletaan tavalla, joka vastaa tiettyjen paikallisten olosuhteiden vaatimuksia. Ne toteutetaan lisäksi siten, että saadaan pistekohtaista laajempi vaikutus. Tarkoituksena on ikään kuin var-

mistaa, että yhden toimenpiteen vaikutuksen lakatessa kuljettaja osaa odottaa seuraavaa, jolloin vaikutus saadaan alueellisesti laajemmaksi kuin pelkästään yhtä toimenpidettä käytettäessä.

Toisaalta monet nopeudenhallinnan menetelmät voivat vaikuttaa yhdessä. Esimerkki tällaisesta on nopeusrajoitukset ja niiden valvonta. Muita esimerkkejä ovat valvonta ja siitä tiedottaminen, kameravalvonnasta ilmoittaminen tienvarsikyltein sekä töyssyjen ja kavennusten havaitsemisen tehostaminen ajoratamerkinnoin.

Näiden eri toimenpiteiden yhdistämisen yhdysvaikutuksista tiedetään vain vähän. Tämä on ymmärrettävää, kun tiedetään, että erilaisia kombinaatioita yhdysvaikutuksille ja toteutustapoja on paljon.

Periaatteessa, jos kahta toisistaan riippumatonta menetelmää käytetään samanaikaisesti, niiden yhteenlaskettu vaikutus on sama kuin niitä käytettäisiin peräkkäin. Jos esimerkiksi menetelmä 1 vähentää keskinopeutta vaikapa 15 % ja menetelmä 2 puolestaan 10 %, niin niiden yhteenlaskettu vaikutus olisi  $1 - (1 - 0,15) \times (1 - 0,10) = 23,5$  % keskinopeuden aleneminen. Jos menetelmät eivät ole toisistaan riippumattomia, niin niiden vaikutus on edelliseen verrattuna joko suurempi (menetelmät vahvistavat toisiaan) tai pienempi (menetelmät heikentävät toisiaan).

Edellä esitetty esimerkki ei ole yleispätevä. Monet menetelmät toimivat vain nopeuksien ylittäessä tietyn tason. Jos esimerkiksi töyssyt on suunniteltu alentamaan nopeudet 35 kilometriin tunnissa, niillä todennäköisesti on voimakas vaikutus, jos nopeustaso ennen töyssyjen rakentamista on 45 km/h. Vaikutusta sen sijaan tuskin saataisiin aikaan, jos nopeustaso on ennestään 30 km/h. Samoin nopeusvalvonta toimii tehokkaammin, jos valvontakohteessa nopeusrajoituksen ylittäjien määrä on suuri.

Käytännössä nopeudenhallinnan eri menetelmien yhdysvaikutusten suuruuden arvioiminen on mahdotonta. On kuitenkin luultavaa, että kahden menetelmän yhdysvaikutus on vähintään yhtä suuri kuin jos vain tehokkaampaa menetelmistä käytettäisiin. Useasti voidaan päätellä, että yhdysvaikutuksen täytyy olla suurempi, mutta sen osoittaminen todeksi ei ole yksinkertaista.



## 8 NOPEUKSIEN HALLINNAN KEHITTÄMISTÄ KOSKEVAT SUOSITUKSET

### 8.1 Tausta

Nopeuksien hallinnan tärkeyteen ja toisaalta sen vaikeuteen on seuraavia syitä:

1. EU:n 15 jäsenmaassa tieliikenneonnettomuuksissa kuolee vuosittain 40 000 ja vammautuu 1,6 miljoonaa ihmistä. Ajonopeus on yksi keskeinen onnettomuuden syy merkittävässä osassa onnettomuuksista. Lisäksi Onnettomuuksien seuraukset ovat sitä vakavampia mitä nopeammin ajetaan. Ajonopeus siis vaikuttaa onnettomuuden syntyyn tai seurauksiin käytännöllisesti katsoen kaikissa onnettomuuksissa.
2. Yhdenmukaiset ja turvallisuusnäkökohdat huomioon ottavat nopeusrajoitukset samankaltaisilla teillä edistäisivät liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta. Euroopan maiden välillä on kuitenkin merkittäviä eroja samankaltaisten teiden nopeusrajoituksissa (*taulukko 1, s. 13*). Maanteillä tyypillinen nopeusrajoitus vaihtelee 70–113 km/h ja moottoriteillä 80–130 km/h. Saksassa osalla moottoriteistä ei ole lainkaan nopeusrajoitusta.
3. Nopeusrajoitusten suuruuden määrittäminen on paljolti harkinnanvaraista, eikä perustu järjestelmälliseen ja kattavaan hyötyjen ja haittojen analyysiin. Ei ole lainkaan selvää, että vallitsevat rajoitukset ovat yhteiskunnan, tieliikennejärjestelmän tai yksittäisen kansalaisenkaan kannalta toivottavalla tasolla.
4. Nopeusrajoituksia ylitetään yleisesti ja ylitykset ovat usein suuria. Rajoitusten ylittäminen näyttää lisäksi lisääntyvän kaikkialla Euroopassa. Perinteinen poliisin nopeusvalvonta ei käytännössä riitä nopeuksien pitämiseen rajoitusten edellyttämällä tasolla.
5. Ajonopeuden kasvusta aiheutuvat yksilön kokemat kustannukset ovat pienemmät kuin siitä yhteiskunnalle aiheutuvat kustannukset. Kuljettajat eivät ajonopeutta valitessaan todennäköisesti ota täysimääräisesti huomioon etenkin onnettomuus- ja ympäristökustannuksia. Siksi optimaalinen ajonopeus on yksittäisen kuljettajan näkökulmasta suurempi kuin yhteiskunnan näkökulmasta.
6. Edellisestä kohdasta seuraa, että nopeuksien hallinta merkitsee yleensä niiden rajoittamista. Se ei kuitenkaan ole kaikkien autoilijoiden ja heidän etujärjestönään esiintyvien mieleen. Siksi ajonopeuksien hillitsemistä koskevia esityksiä usein vastustetaan pontevasti tiedotusvälineissä. Se saattaa luoda mielikuvan, että nopeuksien rajoittaminen on kansan enemmistön edun ja tahdon vastaista.

7. Päätöksentekijöiden vastenmielisyys toimia koetun kansalaismielipiteen vastaisesti johtaa helposti yleisesti hyväksyttyihin, mutta tehottomiin nopeudenhallinnan periaatteisiin ja keinoihin.

## 8.2 Nopeuksienhallinnan perusperiaatteet

Jäljempänä esitettävät suositukset perustuvat seuraaviin periaatteisiin:

1. Nopeuksien hallinta on kaksivaiheista. Ensin määritetään optimaalinen tai toivottava nopeustaso erilaisilla teillä ja eri olosuhteissa. Sitten sovelletaan erilaisia tilanteeseen ja ympäristöön sopivia keinoja, joilla tavoitteeksi asetetun nopeustason saavuttamista parhaiten edistetään.
2. Nopeuksien hallinnan tulisi edistää EU:n liikennepolitiikan tavoitteiden saavuttamista, erityisesti (CEC 1993):
  - a) Liikennesektorin tulee toimia tehokkaasti, turvallisesti, yhteiskunnan hyvinvointia edistävästi (*under the best possible social conditions*) sekä ottaen huomioon EU:n ympäristöpolitiikan tavoitteet.
  - b) Käyttäjien tulisi yleensä maksaa käyttämistään liikennepalveluista aiheutuvat sisäiset (koetut, omassa päätöksenteossa huomioon otetut) ja ulkoiset (omassa päätöksenteossa paljolti huomiotta jäävät) kustannukset.
  - c) Läheisyysperiaatteen mukaisesti turvallisuudesta on usein parasta huolehtia kansallisilla tai paikallisella tasolla. EU:n pitäisi kuitenkin osaltaan huolehtia liikenneturvallisuudesta.
3. Nopeuksien hallinnan ja erityisesti nopeuksien tavoitetasojen määrittelyn tulisi toisaalta heijastaa kansallisia ja alueellisia eroja ja toisaalta edistää yhtenäistä eurooppalaista käytäntöä.
4. Nopeuksien tavoitetasojen sekä niiden saavuttamiseksi käytettävien keinojen tulisi olla tienkäyttäjien ja muiden kansalaisten yleisesti hyväksymiä.

On kuitenkin otettava huomioon, ettei kansalaisten enemmistön mielipide välttämättä kuvasta oikein sitä, mikä on yhteiskunnan kannalta parasta. Ero johtuu etenkin a) yksityisten ja yhteiskunnallisten kustannusten erosta ja b) jakaumavaikutuksista (vaikutusten jakautumisesta eri kansalaisryhmien kesken). Tämä tulisi ottaa huomioon harkittaessa kansalaisten mielipiteen painoarvoa nopeudenhallintaa koskevassa päätöksenteossa.
5. Nopeudenhallintaa koskevan päätöksenteon tulisi perustua selkeästi esitettyihin periaatteisiin (esimerkiksi tässä listassa edellä esitettyihin) ja kaikkien vaikutusten huolelliseen arviointiin. Päätökset tulee perustella selkeästi ja perusteluista tulee ilmetä eri tekijöille annetut painoarvot.



6. Ajonopeuksien tulee heijastaa yhteiskunnan kannalta toivottavaa erilaisten vaikutusten tasapainoa. Vaikutusten jakauman kansalaisryhmien kesken on oltava oikeudenmukainen.
7. Ajonopeuksien on oltava sopusoinnussa tieympäristön kanssa niin, että tieympäristö edistää tavoitenopeuksien saavuttamista.
8. Ajonopeuksien hallintaan käytettyjen keinojen tulee tehokkaita siinä mielessä, että niiden hyödyt ovat kustannuksia suuremmat.
9. Ajonopeuksien hallinnassa tulee mahdollisuuksien mukaan hyödyntää uutta teknologiaa ja siten edistää EU:n alan teollisuutta.
10. Nopeudenhallintaan vaikuttavien viranomaisten ja muiden organisaatioiden näkemysten nopeudenhallinnan yleisistä tavoitteista, tavoitenopeuksista ja keinoista tulee olla yhteensopivia.
11. Nopeudenhallinnan menetelmien ja välineiden kehittämistä ja käyttöönottoa ohjaamaan tarvitaan pitkän aikavälin suunnitelma.

### 8.3 Tavoitenopeudet

#### 8.3.1 Tavoitenopeuksien määrittystapa

Tavoitenopeuksien määrittäminen erilaisille teille ja erilaisiin olosuhteisiin on nopeudenhallinnan lähtökohta. Sen tulisi perustua kaikkien nopeuden vaikutusten järjestelmälliseen ja kattavaan arviointiin. *Luvussa 4* esitelty arviointikehikko kehitettiin tätä tarkoitusta varten.

#### 8.3.2 Käytännöllisiä näkökohtia

*Luvussa 4* esitelty menetelmä mahdollistaa periaatteessa hyvin tarkan tavoitenopeuden määrittäksen. Käytännössä kuitenkin useimmiten riittää 10 km/h tarkkuus.

Tavoitenopeuksien määrittäksessä on toisaalta pyrittävä ajonopeuksien harmonisointiin EU:n jäsenvaltioissa, mutta toisaalta tunnustetaan oikeus kansalliseen ja alueelliseen päätöksentekoon, jossa voidaan ottaa huomioon mm. maantieteelliset ja ilmastolliset erityisolosuhteet, erot väestörakenteessa, kulkumuotojakautumassa ja ajoneuvokannassa. Euroopassa on paljon valtioiden rajoja ylittävää liikennettä ja tavoitenopeuksien tulisi eri maissa olla niin samankaltaisia, ettei tietyn tyyppistä tietä ajavien kuljettajien tarvitse merkittävästi muuttaa käyttäytymistään maasta toiseen siirryttäessä.

Tiettyyn tieluokkaan kuuluvien teiden ulkoasussa on merkittäviä eroja maiden välillä. Näiden pienentämiseksi tulisi pyrkiä yhtenevään tieluokitukseen ja samankaltaisiin suunnitteluperiaatteisiin.

Liikennemerkein ilmaistuilla nopeusrajoituksilla on lähitulevaisuudessa keskeinen asema ajonopeuksien hallinnassa.

### 8.3.3 Nopeusrajoitusten yhtenäistäminen

Samaan tieluokkaan kuuluvilla, ulkoasultaan ja liikenteeltään samankaltaisilla teillä tulisi olla yhtenevät nopeusrajoitukset. Esimerkiksi kelin, sään tai valoisuusolosuhteiden vaihteluiden huomioon ottamiseksi voidaan käyttää vaihtuvia tai vuodenajan mukaan muutettavia nopeusrajoituksia.

Tietävästi missään Euroopassa nopeusrajoitukset eivät perustu kattaviin ja järjestelmällisiin vaikutusarvioihin. Siksi ei ole lainkaan selvää, että vallitsevat rajoitukset vastaisivat tyydyttävästi yhteiskunnan tai yksittäisen tienkäytäjän kannaltakaan toivottavaa tilannetta. Tästä voidaan pitää osoituksena myös sitä, että nopeusrajoitusten taso eri maissa vaihtelee paljon (*vrt. taulukko 1, s. 13*).

Ensimmäinen askel nopeusrajoitusten yhtenäistämiseksi Euroopassa voisi olla järjestelmällinen ja kattava vallitsevien nopeuksien vaikutusten arviointi, joka kohdistuisi otokseen samankaltaisia teitä eri maissa. Luvussa 4 esiteltä arviointikehikko soveltuisi tällaisen selvityksen tekemiseen.

Nopeusrajoitusten yhtenäistäminen voisi merkittävästi edistää hyvinvointia Euroopassa. Ennen kaikkea liikenneonnettomuuksissa kuolleiden ja loukkaantuneiden määrä voisi huomattavasti alentua. Välttämättä näin ei kuitenkaan kävisi, sillä vaikutus riippuu siitä, mitä pidetään ”yhteiskunnan kannalta toivottavana”. Eri asteisille henkilövahingoille, matka-ajalle ja ympäristövaikutuksille annettavilla painoarvoilla olisi suuri vaikutus tavoitenopeuksiin ja sitä kautta liikenneturvallisuuteen. Lisäksi on otettava huomioon, ettei pelkkä rajoitusten alentaminen riitä, vaan liikenne on myös saatava noudattamaan alennettuja nopeusrajoituksia.

Kulloinkin vallitsevan nopeusrajoituksen mukaan automaattisesti säätyvät ajoneuvokohtaiset autonopeudenrajoittimet olisivat tehokas keino ajonopeuksien harmonisoimiseksi. Eri puolilla Eurooppaa on käynnissä kokeita, joilla selvitetään tällaisten järjestelmien toimivuutta ja vaikutuksia.

### 8.4 Tieluokkakohtaiset suositukset

Seuraavassa esitetään nopeudenhallinnan kehittämistä koskevia suosituksia neljälle tieluokalle:

- taajamien asuntokadut,
- taajamien päätiet ja -kadut,
- maaseudun sekaliikennetiet ja
- moottoritiet



Nämä tieluokat kattavat suurimman osan tieverkosta. Tieluokat poikkeavat toisistaan tien geometrian, ympäristön, liikenteen nopeuden ja turvallisuusongelmien laadun osalta. Sikäli kuin tarkempaan luokitteluun nähtiin tarvetta, siitä on mainittu erikseen kunkin tieluokan kohdalla.

Kunkin tieluokan osalta on aluksi kuvattu niiden keskeiset ominaisuudet ja vallitseva nopeustaso. Sen jälkeen esitetään nopeuksien hallinnan kehittämistä koskevat päätelmät. Tarkasteluissa painotetaan liikenneturvallisuuskäsitteitä. Seuraavaksi esitetään nopeuksien hallinnan kehittämistä koskevat lyhyen ja pitkän aikavälin suositukset. Lopuksi tarkastellaan lyhyesti nopeuksien hallinnan kehittämistä hallinnollisesta näkökulmasta.

#### 8.4.1 Taajamien asuntokadut

##### Keskeiset ominaisuudet:

Liikenteen hallinnalla ja erityisesti nopeuksien hallinnalla on suuri merkitys alueen yleiselle elämän laadulle. Kevyt liikenne käyttää usein samaa tien osaa kuin moottoriajoneuvoliikenne. Onnettomuustiheys on pienistä liikennemääristä johtuen tyypillisesti alhainen. Lasten ja muun kevyen liikenteen turvallisuus määräytyy paljon ajonopeuksien perusteella. Onnettomuuksissa henkilövahinkoja koituu erityisesti kevyelle liikenteelle. Autoissa kulkevat kärsivät vakavia henkilövahinkoja yleensä vain onnettomuuksissa, joissa joku osapuoli ylittää (piittaamattomuuttaan) merkittävästi nopeusrajoituksen. Nopeusrajoitus vaihtelee 30–50 km/h. Nopeusvalvonta on hyvin vähäistä.

##### Nykyinen nopeustaso:

Keskinopeudet vaihtelevat tyypillisesti 30stä 60:een kilometriin tunnissa. Kunkin tien nopeusvaihtelut ovat yleensä vähäisiä tai kohtalaisia. Varsinkin alle 50 km/h nopeusrajoituksia ylitetään yleisesti (*Draskóczy & Mocsári 1997*).

##### Ajonopeuksien säätelyn tarve:

Asuntokaduilla tulisi yleensä olla 30 km/h nopeusrajoitus. Alempia (20 tai 10 km/h) rajoituksia voidaan käyttää lyhyillä ja kapeilla kaduilla sekä kaduilla, jotka on erityisesti suunniteltu alhaisille nopeuksille (piha- ja hidaskadut). Rajoitusta 40 km/h voidaan joskus käyttää, jos kevyen liikenteen turvallisuudesta huolehditaan esim. jalkakäytävillä.

Nopeusrajoitusten noudattamisen varmistamiseksi tarvitaan usein rakenteellisia toimenpiteitä.

Kun ajonopeus alenee 50:stä 40:een km/h, jalankulkijan kuolemanriski törmäyksessä autoon pienenee noin 60 %. Nopeuden aleneminen 40:stä 30:een km/h alentaa riskiä noin 50 % (*Pasanen 1991*).

### **Lyhyen aikavälin toimenpidesuosituks:**

Koska liikennemäärät ovat pieniä, vain halvat toimenpiteet ovat liikennetaloudellisesti kannattavia. Toimenpiteiden toteutuksesta päätettäessä tulisi kuitenkin ottaa huomioon myös niiden merkitys elämisen laadulle (esim. turvallisuuden tunne, melu). Tehokkaimmin nopeuksia hillitsevät töyssyt, korotetut suojatiet ja miniliikenneympyrät ja muut rakenteet, jotka tekevät nopeusrajoituksen ylittämisen epämukavaksi. Asuntokadun alku tulisi tarvittaessa merkitä selvästi, esimerkiksi korotetulla suojatiellä. Ajouradan kavennusten ja hidastusmutkien vaikutus voi jäädä odotettua pienemmäksi. Nopeutta hillitseviä rakenteita tulisi myös olla niin tiheästi, että nopeudet pysyvät kurissa myös niiden välisillä osuuksilla.

### **Pitkän aikavälin toimenpidesuosituks:**

Ajoneuvokohtaiset nopeudenrajoittimet, jotka estävät nopeusrajoituksen ylittämisen, tulisi ensimmäiseksi ottaa käyttöön asuntoalueilla, missä myös autoilijoiden enemmistökin niitä kannattaa (*Comte et al. 1997*).

### **Hallinnollisia näkökohtia:**

Paikallisilla viranomaisilla on paljon valtaa nopeuksien säätelyssä. Yhtenäistä käytäntöä edistämään tarvitaan valtakunnalliset ja EU:n tasoiset ohjeet, joiden noudattamiseen eri viranomaisten ja muiden nopeudenhallinnan osapuolien tulisi sitoutua. Lisäksi tarvitaan paikkakuntaakohtaisia suunnitelmia asuntoalueiden nopeuksien hallinnan kehittämiseksi.

## **8.4.2 Taajamien päätiet ja -kadut**

### **Keskeiset ominaisuudet:**

Näillä teillä on usein paljon moottoriajoneuvoliikennettä ja paikoitellen runsaasti väylää ylittävää kevyttä liikennettä. Teiden ja pihateiden tasoliittymät aiheuttavat häiriöitä liikennevirtaan. Onnettomuustiheys saattaa olla korkea ja kevyen liikenteen osuus henkilövahingoista on suuri. Nopeusrajoitus on usein 50 km/h, vaikka 40 km/h rajoitukset ovat selvästi yleistymässä.

### **Nykyinen nopeustaso:**

Nopeusrajoituksia ylitetään yleisesti ja keskinopeus on monissa maissa usein suurempi kuin nopeusrajoitus. Nopeuksien vaihtelut tien pituussuunnassa, eri ajoneuvojen välillä ja eri vuorokaudenaikoina (ruuhkat) voivat olla suuria.



**Ajonopeuksien säätelyn tarve:**

Nopeusrajoitusten noudattamista olisi parannettava. Nykyiset nopeudet ovat tavallisesti liian suuria kevyen liikenteen turvallisuuden kannalta. Etenkin teillä ja alueilla, joilla on risteävää kevyttä liikennettä, nopeusrajoituksen tulisi olla enintään 40 km/h. Esimerkiksi liikekeskustoissa ja muilla alueilla, joilla kevyt liikenne on hyvin vilkasta, rajoituksen alentamista 30 km/h:iin tulisi harkita.

**Lyhyen aikavälin toimenpidesuosituks:**

Nopeusrajoitusten noudattamista tulisi parantaa ottamalla käyttöön automaattinen kameravalvonta siirrettävin laittein.

Peräkkäisten liikennevalojen ajoituksella nopeusrajoitusten mukaan voidaan hillitä nopeuksia.

Alimpia (30 km/h) rajoituksia tulisi tukea rakenteellisin toimenpitein, esimerkiksi korotetutuilla suojateillä. Korkeampien (40 tai 50 km/h) nopeusrajoitusten noudattamista voidaan usein edistää kiertoliittymillä, etenkin taajamien läpiajoteillä.

Alennettujen rajoitusten ja muiden nopeuksia hillitsevien toimenpiteiden hyväksyttävyyttä voidaan usein kasvattaa tiedottamalla etukäteen niiden turvallisuus- ja muista vaikutuksista.

**Pitkän aikavälin toimenpidesuosituks:**

Ajoneuvokohtaisten automaattisten nopeudenrajoittimien (kohta 7.4.4) käyttöönotto olisi kestävä ratkaisu myös pääteiden ja -katujen nopeudenhallinnan ongelmiin. Välivaiheena voidaan nähdä automaattinen kameravalvonta, jossa myös rikkomusten käsittely on pitkälle automatisoitu lukuun ottamatta suurimpia (yli 15–20 km/h) ylityksiä.

**Hallinnollisia näkökohtia:**

Paikallisilla viranomaisilla on paljon valtaa nopeuksien säätelyssä. Yhteinäistä käytäntöä edistämään tarvitaan valtakunnalliset ja EU:n tasoiset ohjeet, joiden noudattamiseen eri viranomaisten ja muiden nopeudenhallinnan osapuolien tulisi sitoutua. Automaattisen kameravalvonnan nykyistä laajempaa, tehokkaampaa ja taloudellisempaa käyttöä jarruttavat lainsäädännölliset ja hallinnolliset esteet on poistettava.

### 8.4.3 Maaseudun sekaliikennetiet

#### Keskeiset ominaisuudet:

Maaseudun sekaliikennetiet ovat yleensä yksiajorataisia ja kaksikaistaisia. Niiden geometria ja liikennemäärät vaihtelevat suuresti. Kevyttä liikennettä on vähän paitsi asutuskeskusten läheisyydessä. Kevyt liikenne kulkee usein pientareella, joka voi olla hyvin kapea tai kokonaan päällystämätön. Ajoradasta selvästi erotettu piennar puuttuu joskus kokonaan. Onnettomuusaste ja onnettomuustiheys vaihtelevat. Onnettomuuden seuraukset ovat usein vakavia etenkin kohtaamis-, yksittäis-, risteämis- ja kevyen liikenteen onnettomuuksissa. Nopeusrajoitus eri maissa vaihtelee yleensä 70–100 km/h.

#### Nykyinen nopeustaso:

Keskinopeus riippuu nopeusrajoituksesta sekä tien ominaisuuksista ja on yleensä 70–100 km/h. Nopeusrajoituksia ylitetään yleisesti etenkin vähäliikenteisillä teillä (joihin lähes kaikki Suomen tiet Euroopan mittakaavassa suurimman osan aikaa kuuluvat), joiden geometria on hyvä. Ajonopeuksissa ei oteta riittävästi huomioon huonontuneiden olosuhteiden (sää, keli, pimeys) aiheuttamaa onnettomuusriskin kasvua. Taajamien kohdalla nopeuksia ei aina alenneta riittävästi.

#### Ajonopeuksien säätelyn tarve:

Nopeusrajoitusten noudattamista on parannettava. Nopeusrajoitusten tason määrittäminen on kehitettävä niin, että voidaan varmistua nopeusrajoitusten olevan yhteiskunnan kannalta toivottavalla tasolla.

#### Lyhyen aikavälin suositukset:

Automaattista (kameroihin perustuvaa) nopeusvalvontaa olisi kehitettävä ja otettava laajemmin käyttöön.

Taajamien läpikulkuteille taajaman alkaminen olisi selvästi merkittävä esimerkiksi liikenneympyrällä tai "portilla".

Vilkkaimmilla teillä tulisi ottaa käyttöön vaihtuvat nopeusrajoitukset, jotka otavat huomioon olosuhteiden vaihtelut.

Teinvarresta (esimerkiksi näyttötauluilla) annettavalla ajoneuvoikohtaisella palautteella kuljettajan käyttämästä ja sallitusta nopeudesta voidaan vaikuttaa nopeuksiin paikallisesti (esimerkiksi vaarallista mutkaa tai risteystä lähestyttäessä).

Kaventamalla ajoradan osuutta päällystetyn tien poikkileikkauksesta voidaan ajonopeuksia usein alentaa, etenkin alempiluokkaisilla teillä. Samalla kasvaa kevyelle liikenteelle poikkileikkauksessa varattu tila.



**Pitkän aikavälin suositukset:**

Tiestöä olisi koko Euroopassa kehitettävä "selkotie"-periaatteella. Siinä tiestö koostuu kohtuullisesta määrästä (noin puoli tusinaa) erilaisia, selvästi toisistaan erottuvia tieluokkia (vrt. kohta 7.3.11) ja kullakin tiellä tien geometria ja ympäristö edistävät joka kohdassa kuljettajien oikeaa nopeudenvaihtoa.

Menetelmiä nopeusrajoitusten suuruuden määrittämiseksi on kehitettävä, jotta rajoitukset ja todelliset nopeudet nykyistä paremmin vastaisivat yhteiskunnan kannalta toivottavaa tasoa. Tämän kehitystyön perustaksi ajonepeuksien ja niiden muutosten vaikutuksista erilaisilla olemassa olevilla teillä on tehtävä järjestelmällisiä ja kattavia selvityksiä.

On jatkettava selvityksiä kuljettajalle ajoneuvon sisälle tuotettavan nopeutta koskevan palautteen (kohta 7.2.8) sekä ajoneuvojen automaattisten nopeudenrajoittimien vaikutuksista ja käytettävyydestä.

**Hallinnollisia näkökohtia:**

Yhtenäistä käytäntöä edistämään tarvitaan valtakunnalliset ja EU:n tasoiset ohjeet, joiden noudattamiseen eri viranomaisien ja muiden nopeudenhallinnan osapuolien tulisi sitoutua. Automaattisen kameravalvonnan nykyistä laajempaa, tehokkaampaa ja taloudellisempaa käyttöä jarruttavat lainsäädännölliset ja hallinnolliset esteet on poistettava.

**8.4.4 Moottoritiet****Keskeiset ominaisuudet:**

Moottoritiet ovat korkealuokkaisimpia teitä, joilla on molemmille ajosuunnille erilliset ajoradat, eikä tasoliittymiä ole. Liikennemäärät ovat suuria. Onnettomuuksia tapahtuu liikennemääriin suhteutettuna vähän. Euroopan ruuhkaisuilla moottoriteillä useiden, jopa kymmenien autojen ketjukolarit usein huonoissa näkyvyyssuhteissa ovat erityinen ongelma. Nopeusrajoitukset vaihtelevat 80–130 km/h.

**Nykyinen nopeustaso:**

Keskinopeus on tyypillisesti 90–120 km/h, ruuhka-aikoina alhaisempikin. Nopeusrajoituksen ylittäminen on yleistä. Nopeuksien hajontaa lisäävät kuorma- ja linja-autojen ajoneuvojen nopeusrajoitukset. Ruuhkassa liikennevirran häiriöt voivat laskea nopeuksia äkkiä. Perinteinen nopeusvalvonta, jossa rajoituksen ylittäneet ajoneuvot pysäytetään, on moottoriteillä suurten liikennemäärien vuoksi vaikeaa.

### **Ajonopeuksien säätelyn tarve:**

Nopeusrajoitusten noudattamista on parannettava. Vilkkaassa liikenteessä kuljettajia tulisi varoittaa liikennevirran häiriöistä aiheutuvista äkillisistä nopeuden muutoksista. Nopeusrajoitusten vaihteluita eri maiden välillä tulisi pienentää.

### **Lyhyen aikavälin suositukset:**

Nopeusrajoitusten noudattamisen automaattista kameravalvontaa on lisättävä ja sen kustannustehokasta toteutusta haittaavat hallinnolliset ja lainsäädännölliset esteet on poistettava. Kuljettajille voidaan myös antaa yksilöllistä palautetta (joko tien varren tauluilla tai suoraan ajoneuvoon) heidän käyttämästään nopeudesta suhteessa nopeusrajoitukseen.

Vaihtuvia nopeusrajoituksia tulisi käyttää etenkin (ajoittain) ruuhkaisilla osuuksilla ja paikoissa missä sää- ja keliolosuhteet usein huonontavat ajoolosuhteita. Vilkkailta osuuksilla tulisi käyttää informaatiotauluja, joilla varoitetaan kuljettajia esimerkiksi edessä olevasta vaaratilanteesta, liukkaudesta tai sumusta.

Poistumisrampeilla tulisi tarvittaessa käyttää tärinäraitoja, jotka auttavat kuljettajia sopeuttamaan ajonopeutensa esimerkiksi rampin kaarteeseen tai edessä olevan risteyksen edellyttämälle tasolle.

Myös kaikille Saksan moottoriteille tulisi asettaa nopeusrajoitus.

### **Pitkän aikavälin suositukset:**

Nopeusrajoitukset eri maissa tulisi harmonisoida. Lähtökohtana on, että rajoitukset heijastavat yhteiskunnan ja EU:n kannalta toivottavaa nopeustasoa, jonka tulee perustua ajonopeuksien vaikutusten kattavaan ja järjestelmälliseen arviointiin.

Moottoriteiden suunnitteluohjeet eri maissa tulisi yhtenäistää.

Ajoneuvojen huippunopeus tulisi rajoittaa suurimpaan moottoriteillä sallittavaan nopeuteen.

### **Hallinnollisia näkökohtia:**

Automaattista nopeusvalvontaa kehittämällä ja lisäämällä poliisin valvontaresursseja voidaan vapauttaa muuhun liikennevalvontaan. Tämä lisää myös valvonnan näkyvyyttä ja kattavuutta, koska henkilömäärä, joka tarvitaan yhteen nopeusratsiaan, vastaa 2–3 erillistä kahden hengen poliisipartiota.

EU:n tulisi edistää moottoriteiden standardien ja nopeusrajoitusten yhtenäistämistä TEN-teillä (TEN tarkoittaa Euroopan kattavaa päätieverkkoa *Trans-European Network*).



## 9 PÄÄTELMÄT

Päätelminä esitetään suosituksia kahdessa ryhmässä, joista ensimmäinen koske nopeuksien hallinnan kehittämistä ja toinen sen edellyttämää tutkimusta.

### 9.1 Nopeuksien hallinnan kehittämistä koskevat suositukset

1. Nopeusrajoitusten samankaltaisilla teillä tulisi olla yhtenäiset Euroopan eri maissa, jotta kuljettajilla olisi myös oudossa ympäristössä liikkuesaan hyvät edellytykset oikeaan nopeudenvalkintaan. Nopeusrajoitusten tulisi heijastaa yhteiskunnan kannalta toivottavia ajonopeuksia.
2. Tarvitaan eurooppalaiset ohjeet erilaisten nopeudenhallintavälineiden käyttöille erityisesti taajamien asunto- ja pääkaduilla sekä maaseudun sekaliikenteen teillä. Näin edistettäisiin johdonmukaista ja kustannustehokasta nopeudenhallintaa.
3. Valmistelut pakollisten, automaattisesti ajoympäristön mukaan säätyvien ajoneuvokohtaisten nopeudenrajoittimien käyttönotolle on aloitettava. Nopeudenrajoittimet estävät nopeusrajoituksen ylittämisen. Ensimmäisenä askeleena voisivat olla laajamittaiset kokeilut taajamaympäristöissä eri maissa.
4. Tieympäristöä tulisi kehittää paremmin oikeaa nopeudenvalkintaa tukemaksi. Tavoitteen saavuttamista edistäisi, jos teiden luokitusta kehitettäisiin niin, että olisi vain rajallinen määrä selvästi toisistaan erottuvia tietyyppisiä, ns. "selkoteitä" (engl. self-explaining roads).
5. Automaattista nopeudenvalkontaa tulisi kehittää edelleen ja se tulisi ottaa laajemmin käyttöön. Kustannustehokkuuden parantamiseksi olisi välttämätöntä, että ajoneuvon omistajaa tai haltijaa voisi tarvittaessa pitää vastuullisena ylinopeusrikkomuksista. Monissa maissa tämä edellyttää lainsäädännöllisiä muutoksia. Kustannustehokkuutta parantaisi edelleen se, että kaikissa ajoneuvoissa olisi elektroninen tunnistin, joka mahdollistaisi ylinopeutta ajavan ajoneuvon tunnistamisen ilman työtehtästä valokuvien tai videonauhojen tulkintaa. Tällaisia tunnistimia voitaisiin käyttää myös esimerkiksi pysäköintimaksujen tai tietullien perintään ja ne auttaisivat varastettujen ajoneuvojen jäljittämisessä.
6. Nopeuksien hallinta helpottuisi, jos ajonopeuden vaikutusten yhteiskunnalliset ja yksityiset kustannukset olisivat nykyistä lähempänä toisiaan. Jos kuljettajien kokema ajonopeuden kasvusta aiheutuva kustannus olisi likimain yhtä suuri kuin siitä yhteiskunnalle aiheutuva kustannus, kuljettajat valitsisivat nopeutensa luonnostaan niin, että se olisi lähellä yhteiskunnallista optimia. Periaatteessa yksityisiä ja yhteiskunnallisia kustannuksia voitaisiin lähentää sisäistämällä liikenteen ulkoisia kustannuksia, esim. onnettomuuskustannusten ja ympäristövaikutusten osalta. Sen

selvittämiseksi, miten tämä olisi toteutettavissa käytännössä, tarvitaan kuitenkin lisätutkimuksia.

7. Tiedotuskampanjoita tarvitaan edelleen antamaan kuljettajille oikeaa tietoa ajonopeuksien kaikista vaikutuksista. Kampanjoilla voidaan lisätä nopeuksien hallinnan ja nopeusrajoitusten hyväksyttävyyttä. Päätöksentekijöiden tulisi kuitenkin olla tietoisia siitä, ettei yleinen mielipide välttämättä ole hyvä kriteeri nopeudenhallintapolitiikkaa tai -välineitä koskevissa päätöksissä.
8. Nopeusrajoitukset tulisi ulottaa koskemaan kaikkia teitä (Saksan moottoritiet mukaan luettuina) ja autojen suurin nopeus tulisi rakenteellisesti rajoittaa vastaamaan korkeinta mahdollista nopeusrajoitusta.

Lisäksi laadittiin joukko tietyypikohtaisia nopeudenhallinnan välineitä koskevia suosituksia, erikseen taajamien asuntokaduille, taajamien pääkaduille, maaseudun sekaliikenneteille ja moottoriteille (*luku 8*).

## 9.2 Tutkimusta koskevat suositukset

Jotta edellä esitetyt suositukset voidaan oikein ja täysimääräisesti toteuttaa, tarvitaan lisätutkimuksia erityisesti seuraavilta aloilta:

1. Ajonopeuksien vaikutukset pakokaasupäästöihin, meluun, ajoneuvokustannuksiin ja aikakustannuksiin
2. Nopeudenhallinnan vaikutukset tieverkkotasolla
3. Yksittäisten matkojen pituuden jakautuminen eri tietyypeille
4. Ajonopeuden muutosten vaikutus onnettomuuksiin yleensä ja erityisesti ajoneuvo kohtaisten nopeudenrajoitinten käyttöönoton vaikutukset turvallisuuteen
5. Ajonopeuden muutosten vaikutusten rahallinen arvottaminen, erityisesti ajan arvon, ympäristövaikutusten ja onnettomuuksien osalta.
6. Menetelmien kehittäminen ajonopeuden muutosten jakaumavaikutusten arvioimiseksi
7. Ajonopeuksia koskevien seurantatietojen keräämisen ja raportoinnin standardisointi
8. Automaattisten ajoneuvo kohtaisten nopeudenrajoittimien vaikutukset huonoissa keli- ja sääolosuhteissa, niiden vaikutus ajokäyttäytymiseen yleensä, nopeudenrajoittimien hyväksyttävyys sekä nopeudenrajoittimien ihminen-ajoneuvo käyttöliittymää koskevat seikat.



## 10 LÄHDELUETTELO

1. Abbott, P.G. & Layfield, R.E. (1996) "The change in traffic noise levels following the installation of speed control cushions and road humps". Proceedings of Inter-Noise 96, Liverpool, U.K. pp 1957-1962.
2. Ajzen, I. 1985. From intentions to actions: a theory of planned behaviour. In: J. Kuhl & B. Brehmer (eds). Action control. From Control to Behaviour (11-39). Springer Verlag, Berlin.
3. Allsop, R. E. 1990. Aspects of Speed in Relation to Traffic Safety. IATSS Research Vol 14. No. 1.
4. Allsop, R. E. 1998. Summary of Research Area 1: Basis for Appraisal of Effects of Different Levels of Speed. MASTER Working Paper 1.3.1.
5. Andersson, J.W. 1978. The effectiveness of traffic safety materials in influencing the driving performance of the general driving population. Accident Analysis and Prevention 10, pp 81-94.
6. Andersson, G. & Nilsson, G. 1997. Speed Management in Sweden. Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI). 12 p.
7. Barlow, T. 1995. MODEM Emissions Model Computer Programme - Users Manual - Version 2.01. Transport research laboratory, Crowthorne, Berkshire.
8. Baruya, A. 1997. A Review of Speed-Accident Relationship on European Roads. MASTER Working Paper 1.1.1.
9. Baruya, A. 1998a. Speed-Accident Relationship on Single-carriageway Roads of UK Working Paper 1.1.2.
10. Baruya, A. 1998b. Speed-Accident Relationship on European Roads. MASTER Working Paper 1.1.3.
11. Baruya, A. 1998c. Speed-Accident Relationship on Different Kinds of European Roads. MASTER Deliverable 7 (report 1.1.4).
12. Bennett C. R. 1989. The New Zealand vehicle operating cost model, RRU Bulletin 82, Transit New Zealand, Wellington.
13. Cairney, P.T. & Harwood, C.W. 1994. Experience with a local area speed limit in Unley, South Australia. Proceedings 17th ARRB conference, Cold Coast, Queensland, 15-19 August 1994. Vol. 17, Part 5, p. 323-340. Vermont South, Australian Research Board.
14. Carthy, T., Packham, D., Rhodes-Defty, N., Salter, D. & Silcock, D. 1993. Risk on the roads. 2. Attitudes and acceptability of countermeasures. Traffic Engineering + Control, (June), p. 315-318.

15. CEC - Commission of the European Communities. 1993. The Future Development of the Common Transport Policy. A Global Approach to the Construction of a Community Framework for Sustainable Mobility. Bulletin of the European Communities, Supplement 3/93. 67 p. + app. 5 p.
16. CEC - Commission of the European Communities. 1997. Promoting road safety in the EU - the programme for 1997-2001. COM (97) 131 final, Brussels
17. Comte, S. 1998a. Simulator Study on the Effects of of ATT and non-ATT Systems and Treatments on Driver Speed Behaviour. MASTER Working Paper 3.1.2.
18. Comte, S. 1998b. Evaluation of In-car Speed Limiters - Simulator Study. MASTER Working Paper 3.2.1.
19. Comte, S., & Jamson, H. 1998. The Effects of ATT and non-ATT systems and treatments on speed adaptation behaviour. MASTER Deliverable 10 (report 3.1.3).
20. Comte, S., Várhelyi, A. & Santos, J. 1997. The Effects of ATT and Non-ATT Systems and Treatments on Driver Speed Behaviour. MASTER Working Paper 3.1.1.
21. Draskóczy, M. & Mocsári, T. 1997. Present Speeds and Speed Management Methods in Europe. MASTER Deliverable D4 (Report 2.1.1).
22. Department of the Environment, Transport and the Regions. 1997. Highways Economics Note 2, Department of the Environment, Transport and the Regions, Highways Economics and Traffic Appraisal Division, London.
23. Eggleston, H.S., Gorissen, N., Joumard, R., Rijkeboer, R.C., Samras, Z. and Zierock, K.H. 1989. CORINAIR Working Group on emission factors for calculating 1990 emissions from road traffic. Volume 1: Methodology and emissions factors. Commision of the European Communities, Contract No. 88/6611/0067, EUR 12260 EN
24. Elvik R., Mysen, A., Vaa, T. 1997. Trafiksikkerhetshåndbok, tredje utgave. (revised version of the 1989 Trafikksikkerhetshåndbok, in Norwegian). Oslo. Transportøkonomisk Institutt.
25. Elvik, R., Vaa, T. & Østvik, E. 1989. Trafikksikkerhetshåndbok (Traffic Safety Handbook). Oslo. Transportøkonomisk institut. In Norwegian.
26. ETSC (European Transport Safety Council). 1994. Reducing traffic injuries resulting from excess and inappropriate speed. Brussels.



27. European Communities. 1999. MASTER, Managing speeds of traffic on European roads. ISBN 92-828-7816-3. 112 s. + liitt. 12 s.
28. European Parliament. 1998 Report from the Committee on Transport and Tourism PE 224.496/fin, Strasbourg.
29. FHWA (Federal Highway Administration). 1997. Rural Applications of Advanced Traveler Information Systems: User Needs and Technology Assessment. Publication NO. FHWA-RD-97-034. July 1997. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration
30. Finch, D., Kompfner, P., Lockwood, C. & Maycock, G. 1994. Speed, speed limits and accidents. Crowthorne. Transport Research Laboratory. Project Report 58.
31. Fishbein, M. and Ajzen, I. 1975. Belief, attitude, intention and behaviour: an introduction to theory and research. Addison-Wesley. Reading, MA.
32. Garber N.J. and Gadirau R. 1988. Speed variance and its influence on accidents. AAA Foundation for Traffic Safety, Washington DC.
33. Hammarström, U. & Karlsson, B. 1987. Veto - a computer program for calculation of transport costs as a function of road standard. Swedish Road and Transport Institute VTI, Linköping.
34. Hauer, E., Ahlin, F.J. and Bowser, J.S., 1982. Speed enforcement and speed choice. Accident Analysis and Prevention, 14(4), pp 267-2.
35. Herrstedt, L. 1988. Environmentally adapted through road in vinderup: effect evaluation. 14th Arrb Conference, 28 August - 2 September, 1988, Canberra, Australian Capital Territory; Proceedings 14 (2), p. 85-96. Australian Road Research Board, Victoria
36. Heywood, J.B. 1988. Internal combustion engine fundamentals. McGraw-Hill, New York.
37. Hogema, J.H., Horst, A.R.A. van der & Bakker, P.J. 1994. Evaluation of the A16 fog-signalling system with respect to driving behaviour [Evaluatie van het A16 mistsignaleringsstelsel in termen van het rijgedrag]. (Report TNO-TM 1994 C-48). Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute
38. Hydén, C. 1981. Effekten av fyrvägstopp, (The effects of four-way stop) (in Swedish). Säktra, Lund.
39. Hydén, C., Persson, H., 1986. Påverkan av hastighetsval i bostadsområden genom information - Effekter av en lokal kampanj. Lund University, Sweden.

40. Jones (1989). UK public attitudes towards traffic regulation, compliance and enforcement in urban areas. Oxford University Transport Studies Unit, Oxford.
41. Jost, P, Hassel, D., Weber, F.J. and Sonnborn, K.S. 1992. Emission and fuel consumption modelling based on continuous measurements. Deliverable. No. 7, EU DRIVE project V 1053. Modelling of emissions and consumption in urban areas - MODEM.
42. Järmark, S., 1992. Om trafiksäkerhetsinformation. VTI notat, Linköping, Sweden.
43. Kallberg, V-P. 1998. The two effects of speed on accidents: number and severity. Transportation Research Board 77<sup>th</sup> Annual Meeting, 11–14 January, 1998. Washington, D.C. Paper No. 981191. 14 p.
44. Kallberg, V-P. & Toivanen, S. 1997. Framework for Assessing the Effects of Speed. MASTER Working Paper 1.2.3.
45. Kallberg, V-P. & Toivanen, S. 1998. Framework for Assessing the Impacts of Speed in Road Transport. MASTER Deliverable 8 (report 1.2.4).
46. Kallberg, V-P., Allsop, R.E., Ward, H, van der Horst, R. & Várhelyi, A. 1998. Recommendations for Speed Management Strategies and Policies. MASTER Deliverable 12 (report 4.1.1).
47. Kaptein, N. & Claessens, M. 1998. Effects of Cognitive Road Classification on Driving Behaviour: A Driving Simulator Study. MASTER Deliverable D5 (report 2.3.3)
48. Kaptein, N., van Hattum, T. & van der Horst, R. 1998. Categorisation of Road Environments and Driving Speed. MASTER Deliverable D9 (report 2.3.4).
49. Larson, L.D., Schnelle, J.F., Kirchner, R.Jr., Carr, A.F., Domash, M., Risley, T.R. 1980. Reduction of police vehicle accidents through mechanically aided supervision. Journal of Applied Behavior Analysis, 1980, 13, 571-581.
50. Lave, C.A. 1985. Speeding co-ordination and the 55-miles/h limit. American Economic Review, Vol. 79 (Sep), pp 913-915.
51. Levelt, P. 1998. Speed and Motivation: Established and newly developed ideas about the content of questionnaires and the design of campaigns. MASTER Working Paper 2.2.1.
52. Lichfield, N., Kettle, P. and Whitbread, M. 1975. Evaluation in the planning process. Pergamon Press. Oxford.



53. MacKie, A. & Webster, D. 1995. Monitoring of 20 mph zones. Traffic Management and Road Safety. Proceedings of Seminar G Held at the 23rd PTRC European Transport Forum, University of Warwick, September 11-15, 1995. Vol. P394, p. 39-52. PTRC Education and Research Services Ltd, Glenthorne House, Hammersmith Grove, London.
54. Manstead, A.S.R., Parker, D., Stradling, S.G., Reason, J.T., Baxter, J.S. & Kelemen, D. (1991). False consensus in estimating the prevalence of driving errors and violations. in Behavioural research in road safety: proceedings of a seminar held at Nottingham University, 26-27 September 1990, p. 91-98.
55. Martens, M. & Kaptein, N. 1998. Speed Behaviour Before and After Road Design Modifications. MASTER Deliverable D2 (report 2.3.2).
56. Martens, M., Comte, S. & Kaptein, N. 1997. The Effects of Road Design on Speed Behaviour – A literature review. MASTER Deliverable D1 (Report 2.3.1).
57. Menting, L.J. & Steyvers, F.J.J.M. 1996. Evaluation study into a computer-based education program for speed offenders. [In Dutch] WR-96-03. The Traffic Research Centre VSC, Haren.
58. Metz N., Schlichter H. and Schellenberg H. (1997) Positive effects of a traffic control system on fuel consumption and exhaust emissions on the German A9 Autobahn. Int. J. of Vehicle Design, 18(3-4), 354-367.
59. Nelson, P. (ed.). 1987. Transportation noise reference book. London. Butterworth. Section 6.3.
60. Nolen, S. & Johansson, R. 1993. Evaluation of a local speed campaign in mjoelby, sala and sandviken. [In Swedish]. VTI Meddelande (707). Statens Väg- Och Transportforskningsinstitut, Linköping.
61. O'Cinnéide, D. & Murphy, E. 1994. The relationship between geometric road design standards and driver/vehicle behaviour, level of service and safety. University of York, Traffic Research Unit.
62. Oei, H-L. 1998. The Effect of Enforcement on Speed Behaviour: A Literature Study. MASTER Deliverable D3 (Report 2.1.2).
63. Oei, H.L. & Goldenbeld, C. 1994. Evaluation of a speed enforcement campaign on 80 and 100 km/h roads in the Dutch province of Overijssel. Report on phase 0, 1 and 2. [In Dutch]. R-95-36. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
64. Oei, H.L. & Goldenbeld, C. 1995a. Evaluation of the speed enforcement on 80 km/h and 100 km/h roads in the Dutch province of

- Friesland. Report on phase 0, 1 and 2. [In Dutch]. R-95-24.) SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
65. Oei, H.L. & Goldenbeld, C. 1995b. Evaluation of the speed enforcement on the 80 km/h road network in the Dutch province of Flevoland. Report on phase 0, 1 and 2. [In Dutch]. R-95-32. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
  66. Oei, H.L. & Goldenbeld, C. 1996. Speed campaign 1995 in Eindhoven; Results of the evaluation study. [In Dutch]. R-96-31. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
  67. Østvik, E. and Elvik, R., 1990. The effects of speed enforcement on individual road user behaviour and accidents. Proceedings of the International Road Safety Symposium on Enforcement and Rewarding Strategies and Effects. Copenhagen, Denmark, 1990.
  68. Parker, D. 1991. Intentions to violate. In: Behavioural Research in Road Safety: Proceedings of a Seminar held at Nottingham University (p. 118-123).
  69. Parker, D. 1994. Video-based intervention study: changing attitudes to speeding. Behavioural Research in Road Safety IV (p. 95-104). Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
  70. Pasanen, E. 1991. Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus (Driving speeds and pedestrian safety). Espoo, Finland. Helsinki University of Technology, Traffic laboratory, Publication 72 (in Finnish).
  71. Perkins, W.A. 1990. Public attitudes toward alcohol impaired driving and speed. Traffic Research Report 1990/10 (42). Ministry of Transport, Land Transport Division, Safety Standards Branch, Traffic Research and Statistics Section, Private Bag, Wellington, New Zealand.
  72. Plowden S. & Hillman, M. 1996. Speed Control and Transport Policy. London. Policy Studies Institute. 236 p.
  73. Pol, M., Vissers, J.A.M.M., Nägele, R.C. & Lindeijer, J.E. 1994. Periodic Regional Survey on Road Safety PROV 1993 + Annex report. By the direction of SWOV Institute for Road Safety Research. [In Dutch]. TT 94-24. Traffic Test, Veenendaal.
  74. Pyne, H.C., Dougherty, M.S., Carsten, O.M.J. and Tight, M.R. 1995. A simulator based evaluation of speed reduction measures for rural arterial roads. Working Paper 434, Institute for Transport Studies, University of Leeds, UK.



75. Rajalin, S. & Summala, H. 1996. Why do slow drivers drive slowly. *Traffic Engineering + Control* (July/August), p. 460-462.
76. Ranta, S. & Kallberg, V-P. 1996. Ajonopeuden turvallisuusvaikutuksia koskevien tilastollisten tutkimusten analyysi. (Analysis of statistical studies of the effects of speed on safety.) Helsinki, Finland. Finnish National Road Administration. Tielaitoksen tutkimuksia 2/1996. 91 p. + apps. 12 p. (In Finnish, English abstract). TIEL310 0020. ISBN 951-726-294-9
77. Rietveld, P., van Binsbergen, A., Schoemaker, T. & Peeters, P. 1996. Optimal speed limits for various types of roads; a social cost-benefit analysis for the Netherlands.
78. Risser, R. & Lehner, U. 1998. Acceptability of Speeds and Speed Limits to Drivers and Pedestrians/Cyclists. MASTER Deliverable 6 (report 2.2.2).
79. Robertson S. & Ward H. 1998. Valuation of non-accident impacts of speed. MASTER Working Paper 1.2.2.
80. Robertson, S., Ward, H., Marsden, G., Sandberg, U. & Hammarström, U. 1998. The Effects of Speed on Noise, Vibration and Emissions from Vehicles. MASTER Working Paper 1.2.1.
81. Rooijers, A.J. 1991. The influence of selective traffic enforcement, rumble strips and 'feedback' signalisation on the driving speed of drivers inside built-up areas of Amsterdam. [In Dutch]. VK 91-01. The Traffic Research Centre VSC, Haren.
82. Rothengatter, T. 1988. Risk and the absence of pleasure: a motivational approach to modelling road user behaviour. *Ergonomics* 31 (4), p. 599-607.
83. Rothengatter, J.A. 1994. Road user attitudes and behaviour. In: *Behaviour Research in Road Safety, Seminar 1993*. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
84. Russam, K., 1979. Improving user behaviour by changing the road environment. *The Highway Engineer*, August/September.
85. Saiki, Saiki, J. & Hummel, J.E. 1996. Attribute Conjunctions and the Part Configuration Advantage in Object Category Learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 4, 1002-1019
86. Sammer, G. 1994. General 30 kph speed limit in the city: the results of a model project in the city of Graz. *Proceedings of the Third International Conference on Safety and the Environment in the 21st*

- Century: Lessons from the Past, Shaping the Future, November 7-10, 1994, Tel Aviv. (p. 598-608). Transportation Research Institute, Technion-Israel Institute, Haifa, Israel.
87. SARTRE. 1994a. European drivers and traffic safety. Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe SARTRE. Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
88. SARTRE. 1994b. European drivers and traffic safety. Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe SARTRE. In-depth analyses. Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
89. SARTRE 2. 1998. The attitude and behaviour of European car drivers to road safety, Part 1, Report on principal results. Leidschendam, The Netherlands. SWOV Institute for Road Safety Research. ISBN 90 801008 3 8.
90. Senior, V., Parker, D., Manstead, A.S.R. & Stradling, S.G. 1993. Changing drivers' attitudes towards speeding following the induction of cognitive tuning set. In: Behavioural Research in Road Safety III. Proceedings of a Seminar at the University of Kent, 22-23 September, 1993 (TRL Published Article PA3004/93), p. 48-55. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
91. Silcock, D. T. and Walker, R. T. 1982. The evaluation of accident countermeasures for application in residential streets. Research Report No.44, Transport Operations Group, University of Newcastle upon Tyne, UK.
92. Spolander, K. 1989. How to reduce speeding? The results of combined measures. Proceedings of the International Conference on New Ways and Means for Improved Safety. Tel Aviv, Israel. (p. 71- 86).
93. Summala, H. 1988. Risk control is not risk adjustment: the zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics* 31 (4), p. 491-506.
94. Teed, N., Lund, A.K. & Knoblauch, R. 1993. The duration of speed reductions attributable to radar detectors. *Accident analysis and prevention* 25 (2), pp 131-137.
95. TemaNord. 1996. "Road Traffic Noise - Nordic Prediction Model". TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers, Nordic Publishing House (available from CE Fritzes AB, Stockholm).
96. Theeuwes, J. & Diks, G. 1995. Subjective road categorisation and speed choice. (Report TNO-TM 1995 B-16). Soesterberg: TNO Human Factors Research Institute.



97. Toivanen, S. & Kallberg, V-P. 2001. Tieliikenteen nopeusmuutosten vaikutusten arviointi MASTER-arviointikehikon avulla. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 17/2001.
98. Toivanen, S. & Kallberg, V-P. 1998. Framework for assessing the impacts of speed. Road Safety in Europe Conference. Bergisch Gladbach, Germany, September 23.
99. Towliat, M. 1998. Trafiksäkerhets åtgärder för oskyddade trafikanter i mötespunkter med bilister på huvudgator. (Traffic safety measures for vulnerable road-users at meeting points with cars on arterial roads). Unpublished working paper, Lund University, Lund, Sweden.
100. Trafikbyrån. 1988. Två- och fyrvägstopp Del 2. Fortsatta försök i Malmö, (Two- and Four-way stop Part 2. Continued trials in Malmö) (in Swedish). Malmö. Trafikbyrån, PM 1988:2.
101. Van der Horst, R. 1998. Summary of Research Area 2: Factors Influencing Drivers' Speed Behaviour and Adaptation. MASTER Working Paper 2.4.1.
102. Van Leeuwen, J.J.A., Manvell, D. & Nota, R. 1996. Some Prediction Models for the Calculation of Traffic Noise in the Environment, Proceedings of Inter-Noise 96, Liverpool, United Kingdom (pp 3139-3142).
103. van Leeuwen, J. J. A., Manvell, D. & Nota, R. 1996. Some Prediction Models for the Calculation of Traffic Noise in the Environment, Proceedings of Inter-Noise 96, Liverpool, United Kingdom (pp 3139-3142)
104. Várhelyi, A. 1998. Summary of Research Area 3: Innovative Speed Management Tools. MASTER Working Paper 3.3.1.
105. Várhelyi, A. & Mäkinen, T. 1998. Evaluation of In-car Speed Limiters: Field Study. MASTER Working Paper 3.2.2.
106. Várhelyi, A., Mäkinen, T. & Comte, S. 1998. Evaluation of In-car Speed Limiters, Final Report. MASTER Deliverable D11 (report 3.2.3).
107. Wittink, R.D. & Levelt, P.B.M. 1994. Influencing speeding behaviour by information campaigns. [In Dutch]. R-94-84. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
108. Vogel, R. & Rothengatter, J.A. 1984. Motieven van snelheidsgedrag op autosnelwegen; een attitude onderzoek. VK 84-09. The Traffic Research Centre VSC, Haren.

109. Wright, C.C., Boyle, A.J. 1987. Road accident causation and engineering treatments: a review of some current issues. *Traffic Engineering and Control* (28) pp 475-479.



## Lyhyt kuvaus MASTER-projektissa tuotetuista englanninkielisistä raporteista

### Final report:

European Communities. 1999. MASTER, Managing speeds of traffic on European roads. ISBN 92-828-7816-3. 112 s. + liitt. 12 s.

*Yhteenveto koko projektista, jonka tavoitteena oli tuottaa ajonopeuksien hallinnan kehittämiseksi tarvittavaa tietoa. Raportissa kuvataan eri maissa vallitsevia nopeustasoja sekä nopeuksien hallinnan käytäntöä, tarkastellaan ajonopeuksien vaikutuksia, esitellään käytännön menetelmä vaikutusarvioiden tekemiseksi, selvitetään kuljettajan nopeuden valintaan vaikuttavien tekijöitä sekä arvioidaan erilaisia nopeudenhallinnan välineitä. Lopuksi esitetään nopeudenhallintaa koskevia suosituksia.*

### Deliverables:

- D1 Martens, M., Comte, S. & Kaptein, N. 1997. The Effects of Road Design on Speed Behaviour – A Literature Review. MASTER Deliverable D1 (Report 2.3.1).

*Raportti on kirjallisuuskatsaus erilaisten nopeuksienalentamistoimenpiteiden vaikutuksista. Siinä esitellään eri toimenpiteiden hyviä ja huonoja puolia. Päähuomio on nopeuksiin välillisesti vaikuttavissa toimenpiteissä, sellaisissa joilla vaikutetaan kuljettajien halukkuuteen maksua toivottu ajonopeus. Hyvänä esimerkkinä tällaisista toimenpiteistä ovat selkotiet (self-explaining roads).*

- D2 Martens, M., & Kaptein, N. 1998. Speed Behaviour Before And After Road Design Modifications – A Meta Review. MASTER Deliverable D2 (Report 2.3.2).

*Raportissa esitetään tulokset eri maiden viranomaisille tehdystä kyselystä, jossa pyydettiin tietoja tutkimuksista, joita on tehty erilaisten nopeuksienhallintatoimenpiteiden vaikutusten selvittämiseksi. Suurimmat vaikutukset todettiin toimenpiteillä, joissa koko tieympäristöä on muutettu tavoiteltua nopeustasoa vastaavaksi (esimerkiksi 30 km/h vyöhykkeet). Yksittäisistä toimenpiteistä paras vaikutus oli fyysisillä toimenpiteillä kuten töyssyillä ja hidastusmutkilla. Kiertoliittymillä raportoitiin hyviä turvallisuusvaikutuksia. Tulokset olivat sopusoinnussa kirjallisuuskatsauksen (D1) kanssa.*

- D3 Oei, H-L. 1998. The Effect of Enforcement on Speed Behaviour: A Literature Study. MASTER Deliverable D3 (Report 2.1.2).

*Raportti on katsaus tutkimuksiin poliisivalvonnan vaikutuksista ajonopeuksiin ja turvallisuuteen. Siinä selvitetään myös valvonnan määrän ja toteutustavan vaikutuksia. Monissa tutkimuksissa kaikkia vaikuttavia tekijöitä kuten sakotuskäytäntöä, sanktioiden suuruutta ja valvonnan määrää ei ollut selkeästi raportoitu. Raportin lopussa esitetään tehokkaan valvonnan järjestämistä koskevia suosituksia.*

- D4 Draskóczy, M. & Mocsári, T. 1997. Present Speeds and Speed Management Methods in Europe. MASTER Deliverable D4 (Report 2.1.1).
- Raportissa esitetään tulokset kyselystä, jossa selvitettiin 10 EU-maan ja 10 muun Euroopan maan nopeusrajoitusjärjestelmiä, todellisia ajonopeuksia eri nopeusrajoitusalueilla ja erilaisilla teillä sekä käytettäviä nopeuden hallinnan menetelmiä. Erityisesti maanteiden nopeusrajoituksissa on todettiin suuria vaihteluita. Nopeudenhallintamenetelmät ovat hyvin samankaltaisia eri maissa, mutta niiden käytön intensiteetti vaihtelee. Todelliset ajonopeudet ylittävät usein nopeusrajoituksen, etenkin taajamissa ja moottorteillä.*
- D5 Kaptein, N. & Claessens, M. 1998. Effects of Cognitive Road Classification on Driving Behaviour: A Driving Simulator Study. MASTER Deliverable 5 (report 2.3.3).
- Raportti simulaattoritutkimuksesta, jossa selvitettiin tieluokittelun ja niiden ulkoisten tuntomerkkien vaikutuksia tieluokituksen tunnistamiseen ja ajokäyttäytymiseen. Tieluokittelu, joka perustui ulkoasultaan selvästi toisistaan poikkeaviin ja turvallista ajokäyttäytymistä edistäviin teihin (self-explaining roads), vastasi paremmin virallista luokittelua kuin olemassa olevat tiet. Tieluokkien ulkoasujen nykyistä selvemmällä eroilla ei kuitenkaan todettu selvää vaikutusta keskinopeuksiin. Tulokset kuitenkin antoivat viitteitä siitä, että samaan tieluokkaan kuuluvien teiden ulkoasun yhtenäistäminen saattaa pienentää nopeuksien hajontaa.*
- D6 Risser, R. & Lehner, U. 1998. Acceptability of Speeds And Speed Limits to Drivers and Pedestrians/Cyclists. MASTER Deliverable 6 (report 2.2.2).
- Raportti kuuden maan taajamissa tehdystä haastattelututkimuksesta, jossa selvitettiin vallitsevien nopeusrajoitusten ja todellisten ajonopeuksien hyväksyttävyyttä autoilijoiden ja kevyen liikenteen osapuolten keskuudessa. Molemmat ryhmät pitivät vallitsevia nopeuksia liian korkeina. Autoilijat tunnustivat itse vaikuttavansa tähän ongelmaan omalla käyttäytymisellään. Lähes puolet molemmista ryhmistä piti nopeuksien alentamista välttämättömänä. Kevyen liikenteen osapuolten mielestä nopeuksien alentamiseen tulisi käyttää keinoja, jotka pakottavat liikenteen hiljentämään vauhtia. Autoilijat puolestaan pitivät parempina keinoja, jotka viime kädessä jättävät nopeuden valinnan kuljettajan itsensä päätettäväksi.*
- D7 Baruya, A. 1998. Speed-Accident Relationships on Different Kinds of European Roads. MASTER Deliverable 7 (report 1.1.4).
- Raportissa tarkastellaan tien geometrian, liikennevirran ja nopeusjakauman ominaisuuksia neljästä eri maasta kootulla otoksella maanteitä. Tarkastelujen tuloksena esitetään tilastollinen onnettomuuksien määrää em. teki-joilla selittävä malli. Ennen sen laajempaa sovellusta kuitenkin suositellaan mallin testausta ja arviointia sen soveltuvuudesta kulloinkin kyseessä oleviin olosuhteisiin.*



## LIITTEET

- D8 Kallberg, V-P. & Toivanen, S. 1998. Framework for Assessing the Impacts of Speed in Road Transport. MASTER Deliverable 8 (report 1.2.4).

*Raportissa esitellään ajonopeuksien vaikutusten järjestelmälliseen ja kattavaan arviointiin soveltuva menetelmä. Siinä otetaan huomioon sekä vaikutusten määrä että niiden jakautuminen. Menetelmä on helppokäyttöinen, mutta sen edellyttämien lähtötietojen hankinta voi olla työlästä riippuen arvon tavoiteltavasta tarkkuudesta. Menetelmän käyttöä havainnollistetaan kolmessa eri maassa tehdyllä sovelluksella.*

- D9 Kaptein, N., van Hattum, T. & van der Horst, R. 1998. Categorisation of Road Environments And Driving Speed. MASTER Deliverable 9 (report 2.3.4).

*Raportissa kuvataan viisi koetta, joilla selvitettiin miten kuljettajat luokittelevat erilaisia teitä. Koehenkilöt eivät kyenneet hyödyntämään samanaikaisesti oikein kolmea ominaisuutta, vaan he valitsivat niistä kaksi, jotka olivat helpoimmin opittavissa. Kuudennessa kokeessa kuljettajia pyydettiin arvioimaan, millaisella nopeudella he itse ajaisivat kuvissa esitetyillä teillä. Vain tietyt tien ominaisuudet vaikuttivat kuljettajien nopeuden valintaan. Päätelmissä esitetään teiden luokitusta koskevia suosituksia.*

- D10 Comte, S., & Jamson, H. The Effects of ATT And Non-ATT Systems And Treatments on Speed Adaptation Behaviour. MASTER Deliverable 10 (report 3.1.3).

*Kirjallisuustutkimuksen (D1) perusteella valittiin neljä nopeuksien hallinnan välinettä, joita tutkittiin tarkemmin ajosimulaattorissa: tien poikittaisraidat, nopeusinformaatio auton sisälle, tien varren muuttuva opaste ja automaattinen nopeudenrajoitin. Tulosten mukaan jo kuljettajan informoinnilla voidaan alentaa nopeuksia kaarteissa, eikä ole suurtakaan merkitystä sillä, millä välineellä informaatio annetaan. Automaattisella nopeudenrajoittimella kuitenkin odotetusta päästiin selvästi lähimmäksi tavoiteltavaa nopeutta.*

- D11 Várhelyi, A., Comte, S. & Mäkinen, T. 1998. Evaluation of In-Car Speed Limiters, Final Report. MASTER Deliverable 11 (report 3.2.3).

*Raportti on yhteenveto automaattisten nopeudenrajoittimien vaikutuksista ajokäyttäytymiseen (Working Papers 3.1.1, 3.2.1. and 3.2.2). Simulaattori- ja kenttäkokeiden perusteella pääteltiin, että nopeudenrajoittimilla voidaan selvästi vähentää nopeusrajoitusten ylityksiä ja nopeuksien hajontaa sekä parantaa ajokäyttäytymistä kriittisissä tilanteissa. Erityisen suotuisia vaikutukset olivat taajamissa, missä myös kuljettajat parhaiten hyväksyvät nopeudenrajoittimet. Jatkotutkimuksista esitetään suosituksia.*

- D12 Kallberg, V-P., A., Allsop, R.E., Ward, H.A., van der Horst, R. & Várhelyi, A. 1998. Recommendations for Speed Management Strategies and Policies. MASTER Deliverable 12 (report 4.1.1).

*Raportissa kuvataan nopeuksien hallinnan sovellusala ja nykytila sekä esitetään yhteenveto erilaisista nopeuksien hallinnan menetelmistä ja välineistä. Tavoitenopeus erilaisilla teillä suositellaan määritettäväksi no-*

peuksien vaikutusten kattavan ja järjestelmällisen arvioinnin perusteella. Keinoina tavoitenopeuksien saavuttamiseksi suositellaan mm. nopeusrajoitusten yhtenäistämistä eri maissa, erilaisten nopeuksia hillitsevien välineiden käyttöä erilaisilla teillä koskevien ohjeiden laatimista, automaattisen nopeusvalvonnan kehittämistä ja laajempaa käyttöä sekä pitkällä tähtäyksellä automaattisten nopeudenrajoittimien käyttöönottoa.

### Working Papers:

- 1.1.1 Baruya, A. A. 1997. Review of Speed-Accident Relationship on European Roads. MASTER Working Paper 1.1.1.

*Raportti on kirjallisuuskatsaus ajonopeuksien ja onnettomuuksien välistä riippuvuutta selittäviin malleihin. Eri maista peräisin olevien tutkimusten mukaan keskinopeuden alenemisesta 1 km/h:lla seuraa henkilövahinko-onnettomuuksien väheneminen noin 3 % ja kuolemaan johtavien onnettomuuksien vielä suurempi väheneminen. Jatkotutkimuksia kuitenkin tarvittaisiin mm. sen selvittämiseksi, riippuuko ajonopeuden vaikutus tietyypistä. Raportissa annetaan myös mallien rakennetta koskevia suosituksia.*

- 1.1.2 Baruya, A. 1998. Speed-Accident Relationship on Single-Carriageway Roads of UK. MASTER Working Paper 1.1.2.

*Raportti käsittelee Englannin kaksikaistaisille maanteille laadittuja ajonopeuksien vaikutusta onnettomuusriskiin selittäviä malleja, joissa selittäjinä on myös liikennettä ja tien ominaisuuksia kuvaavia muuttujia. Tuloksena esitetään kaksi henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärää selittävää mallia.*

- 1.1.3 Baruya, A. 1998. Speed-Accident Relationship on European Roads. MASTER Working Paper 1.1.3.

*Raportissa esitetään neljän maan (Englanti, Ruotsi, Alankomaat ja Portugali) kaksikaistaisia maanteitä koskevaan otokseen perustuvat mallit, joissa onnettomuuksia selitetään ajonopeuksia, tietä ja liikennettä koskevilla muuttujilla. Mallien kehityksen lähtökohtana oli edellisessä vaiheessa (Working Paper 1.1.2) kehitetty eglantilaisen aineistoon perustuva malli.*

- 1.2.1 Robertson, S., Ward, H., Marsden, G., Sandberg, U. & Hammarström, U. 1998. The Effects of Speed on Noise, Vibration and Emissions from Vehicles. MASTER Working Paper 1.2.1.

*Raportissa kuvataan pääpiirteittäin ajoneuvojen aiheuttamien melu- ja muiden asupäästöjen syntyprosessit sekä ajonopeuden vaikutus päästöihin. Pääsääntöisesti hiilivetyypäästöt vähenevät nopeuden kasvaessa ja typen oksidipäästöt kasvavat. Hiilimonoksidi- ja hiukkaspäästöjen käyrät ovat U:n muotoiset. Kiihdytykset vaikuttavat voimakkaasti pakokaasupäästöihin. Suuremmilla kuin 40–50 km/h nopeuksilla melu lisääntyy lineaarisesti nopeuden kasvaessa. Kiihdytys ja jarrutus lisäävät melua 1-2dB(A). Nopeuden vaikutuksesta päästöihin esitetään muutamia esimerkkejä erilaisille teille ja liikenteen koostumuksille.*



## LIITTEET

- 1.2.2 Robertson S. & Ward H. 1998. Valuation of Non-Accident Impacts of Speed. MASTER Working Paper 1.2.2.

*Raportissa esitellään erilaisia keinoja ja käytäntöjä, joilla nopeuksien säätelystä tienkäyttäjille koituvia muita kuin onnettomuuksiin liittyviä kustannuksia on arvioitu. Tarkasteltavat vaikutukset koskevat aika- ja ajoneuvokustannuksia sekä erilaisia päästöjä. Raportissa esitetään myös käytännön esimerkkejä ajonopeuden vaikutuksesta melu- ja pakokaasupäästöistä aiheutuviin kustannuksiin.*

- 1.2.3 Kallberg, V-P. & Toivanen, S. 1997. Framework for Assessing the Effects of Speed. MASTER Working Paper 1.2.3.

*Raportti esittelee ajonopeuden vaikutusten arviointikehikon. Tarkasteltavat vaikutukset koskevat etenkin ajoneuvo- ja aikakustannuksia, onnettomuuksia ja päästöjä. Huomioon otetaan kokonaisvaikutus sekä vaikutusten jakautuminen. Käyttäjät määrittelevät vaikutusfunktiot ja rahallisessa arvotuksessa käytettävät hinnat. Menetelmässä kiinnitetään erityistä huomiota arvioinnin läpinäkyvyyteen ja tulosten selkeään esitystapaan.*

- 1.3.1 Allsop, R. 1998. Summary of research area 1: Basis for Appraisal of Effects of Different Levels of Speed. MASTER Working Paper 1.3.1.

*Raportti on yhteenveto MASTERin tutkimusalueen 1 tutkimuksista, jotka käsitelivät kysymystä "Millainen on sopiva nopeustaso", eli Deliverableista D7 ja D8 sekä Working Paperista 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.2.1, 1.2.2 ja 1.2.3.*

- 2.2.1 Levelt, P. 1998. Speed and Motivation: Established And Newly Developed Ideas About the Content of Questionnaires And the Design of Campaigns. MASTER Working Paper 2.2.1.

*Raportti käsittelee kuljettajien ajonopeuden valintaa koskevia motiiveja sekä sitä, mitä he ajattelevat toisten nopeuksista. Ajonopeuden valinnan todetaan riippuvan mm. a) toisten käyttämisestä nopeuksista, b) tärkeiksi koettujen henkilöiden mielipiteistä, c) tunteista ja mielentilasta sekä d) henkilökohtaisista ominaisuuksista. Kuljettajat kokevat oman nopeutensa hallinnan usein vaikeaksi ja he helposti yliarvioivat oman kykynsä kompensoida nopeuden kasvun vaikutuksia.*

- 2.4.1 Van der Horst, R. 1998. Summary of Research Area 2: Factors Influencing Drivers' Speed Behaviour and Adaptation. MASTER Working Paper 2.4.1.

*Raportti on yhteenveto MASTERin tutkimusalueen 2 tutkimuksista, jotka käsitelivät kysymystä "Mitkä ovat tärkeimmät kuljettajien nopeudenvalintaan vaikuttavat tekijät", eli Deliverableista D1, D2, D3, D4, D5, D6 ja D9 sekä Working Paperista 2.2.1.*

- 3.1.1 Comte, S., Várhelyi, A. & Santos, J. 1997. The Effects of ATT and Non-ATT Systems and Treatments on Driver Speed Behaviour. MASTER Working Paper 3.1.1.

*Raportti on pääosin kirjallisuuteen perustuva katsaus toisaalta telematiikkaan (ATT eli Advanced Transport Telematics) perustuviin ja toisaalta perinteisiin nopeudenhallinnan välineisiin. Perinteisistä menetelmistä tehokkaimmiksi todettiin ne, jotka pakottavat fyysisesti kuljettajan sopeuttamaan*

*nopeuttaan tai muuttavat kuljettajan vaikutelmaa tiestä. Telematiikkaan perustuvat välineet kuten automaattiset nopeudenrajoittimet ovat lupaavia, mutta niiden hyväksyttävyys ja mahdolliset negatiiviset vaikutukset ajokäyttäytymiseen edellyttävät lisätutkimuksia.*

- 3.1.2 Comte, S. 1998. Simulator Study on the Effects of ATT and Non-ATT Systems and Treatments on Driver Speed Behaviour. MASTER Working Paper 3.1.2.

*Raportti simulaattoritutkimuksesta neljän eri toimenpiteen (tienvarresta muuttuvalla infotaululla annettava palaute, autoon näytölle tuleva palaute, automaattinen nopeudenrajoitin ja tiepinnan poikkiraidat) vaikutuksista. Odotetusti automaattinen nopeudenrajoitin oli tehokkain, mutta myös vähiten kuljettajien mieleen. Myös muut kokeillut toimenpiteet alensivat nopeuksia.*

- 3.2.1 Comte, S. 1998. Evaluation of In-Car Speed Limiters - Simulator Study. MASTER Working Paper 3.2.1.

*Raportti simulaattorikokeesta, jossa tutkittiin kahden erilaisen nopeudenrajoittimen sekä pelkän nopeusinformaation vaikutuksista. Molemmat nopeudenrajoittimet estivät rajoituksen ylittämisen, toinen lisäksi alensi tarvittaessa nopeutta alle rajoituksen esimerkiksi kaarteissa. Molemmat rajoittimet alensivat merkittävästi nopeuksia ja niiden hajontaa. Niillä oli kuitenkin myös potentiaalisesti turvallisuutta vaarantavia vaikutuksia, kuten lyhentyneet seuraamisaikavälit ja jarrutuksen aloittamisen myöhentäminen. Myös pelkkä nopeusinformaatio alensi nopeuksia ja kuljettajat pitivät siitä enemmän kuin nopeudenrajoittimista.*

- 3.2.2 Várhelyi, A. & Mäkinen, T. 1998. Evaluation of In-car Speed Limiters: Field Study. MASTER Working Paper 3.2.2.

*Raportti automaattisella nopeudenrajoittimella varustetulla VTT:n instrumentoidulla autolla kolmessa maassa (Ruotsi, Alankomaat ja Espanja) todellisessa liikenteessä tehdyistä kokeista. Nopeudenrajoitin alensi merkittävästi keskinopeuksia, nopeuksien hajontaa sekä nopeuksia lähestyttäessä kaarteita ja risteyksiä. Vaikutukset olivat selvimpiä vapaissa ajolosuhteissa. Koeajon jälkeen suurempi osa testikuljettajista hyväksyi nopeudenrajoittimen kuin ennen koeajoa. Nopeudenrajoittimen kuitenkin koettiin yleisesti lisäävän stressiä ja kärsimättömyyttä sekä aiheuttavan turhautumista.*

- 3.3.1 Várhelyi, A. 1998. Innovative Speed Management Tools: Summary Report on Research Area 3. MASTER Working Paper 3.3.1.

*Raportti on yhteenveto MASTERin tutkimusalueen 3 tutkimuksista, jotka käsittelevät kysymystä "Millaisia ovat parhaat nopeuksien hallinnan strategiat ja välineet", eli Deliverableista D10 ja D11 sekä Working Papereista 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1 ja 3.2.2.*



ISSN 1457-9871  
ISBN 951-726-737-1  
TIEH 3200662